

**ZARARLI ATIKLARIN YÖNETİMİNDE
YAKMA PROSESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Çev. Müh. Ece Ayşe BERKAY
(0196Y418)

100869

100869

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Kasım 1999
Tezin Savunulduğu Tarih : 31 Ocak 2000

Tez Danışmanı :

Prof.Dr. İlhan TALINLI

Diğer Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Hüsnü ATAĞÜL (İ.T.Ü.)

Doç.Dr. Kadir ALP (İ.T.Ü.)

KASIM 1999

Uygunsun
P

ÖNSÖZ

Daha bilgili bir mühendis olmaya çalışırken, herkesden önce beni bu güne getiren, büyüten ve eğiten canım annem ve babam, Emel ve Nevzat Berkay'a, benden sonsuz hoşgörüsünü ve sabrını hiçbir zaman esirgemeyen ve bana bilimi öğretmeye çalışan değerli hocam Prof. Dr. İlhan TALINLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

KASIM 1999

Ece Ayşe BERKAY



İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	ix
DENKLEM LİSTESİ	x
FORMÜL LİSTESİ	xi
ÖZET	xii
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. ZARARLI ATIKLAR	3
2.1. Zararlı Atık Kavramının Gelişimi	3
2.2. Zararlı Atıkların Tanımı ve Saptaması	6
2.3. Zararlı Atık Kaynakları	10
2.3.1. Endüstriyel Zararlı Atık Kaynakları	11
2.3.2. Endüstriyel Olmayan Zararlı Atık Kaynakları	11
2.4. Listeler Yaklaşımı	11
2.5. Zararlı Atık Yönetimi	14
2.6. Arıtma, Depolama ve Uzaklaştırma Teknikleri	16
3. ZARARLI ATIKLARIN YAKILMASI	20
3.1. Yakılabilirliğin Tesbiti	20
3.1.1. Kısa Analiz	21
3.1.2. Kesin Analiz	22
3.1.3. Kalorifik Değerin Ölçülmesi	22
3.1.4. Entalpi	23
3.2. Yanma Prensipleri	24
3.3. İnsineratör Analizi	26
3.3.1. Yanma Özellikleri	26
3.3.1.1. Alev Özellikleri	27
3.3.1.2. Fırın Sıcaklığı	28
3.3.1.3. Fırın Gaz Türbülansı	28
3.3.1.4. Kalış Süresi	29
3.3.2. Kütle Dengesi	29
3.3.3. Isı Dengesi	29
4. ATIK YAKMA PROSESLERİ VE İNSİNERATÖR TİPLERİ	32
4.1. Proliz	32
4.2. Döner Fırınlr	35
4.2.1. Sistem Seçimi	37
4.2.2. Erime Modu	38
4.3. Çamurların Yakılması	38
4.3.1. Çok Gözlü Fırın	39
4.3.2. Akışkan Yataklı İnsineratör	41

4.3.3. İnfraruj Fırınlr	44
4.4. Sıvı Atıkların Yakılması	44
4.4.1. Sıvı Atık İmha Fırınlr	47
4.4.1.1. Girdapsız Tip Sıvı Atık İmha Fırını	48
4.4.1.2. Vortex Fırın	48
4.4.2. Sıvı Atık Nozül Tipleri	50
4.4.2.1. Mekanik Pulvarizasyon Nozülleri	50
4.4.2.2. Döner Başlıklı Brülörler	50
4.4.2.3. Düşük Hava Basıncı Brülörler	50
4.4.2.4. Yüksek Basıncı Brülörler	53
4.4.2.5. İç Karırtırmalı Nozüller	53
4.5. Gazların Yakılması	53
4.5.1. Alev Sistemleri	54
4.5.2. Doğrusal Alev İnsineratörleri	54
4.5.3. Katalitik Yakma	55
4.6. Klinik Atıkların Yakılması	57
4.6.1. Klinik Atıkların Yakılmasında Havasız Yanma Prosesi	58
4.7. Radyoaktif Atıkların Yakılması	58
4.7.1. Fıçı Tip İnsineratör	59
4.7.2. Elektroeritme Sistemi	59
5. ATIK GAZIN TEMİZLENMESİ VE EMİSYON KONTROLÜ	62
5.1. Partiküler Madde	63
5.2. Metal Emisyonları	64
5.3. İnorganik Gazlar	65
5.4. Dioxin ve Furanlar	67
5.5. Azot Oksitler	69
5.6. Atık Gaz Temizleme Ekipmanları	70
5.6.1. Elektrostatik Çöktürücü (ESP)	70
5.6.2. Venturi Sıyırıcısı	72
5.6.3. Sıyırıcılar	74
6. İNSİNERATÖRLERDE ENERJİ GERİ KAZANIMI	76
6.1. Kazan Dizaynları	77
6.2. Kazanlarda Olutabilecek Korozyon	78
6.3. Buhar Üretimi	80
7. İZMİT ZARARLI ATIK YAKMA VE ENERJİ ÜRETİM TESİSİ TANITIMI	81
7.1. İzmit Entegre Çevre Projesi	81
7.1.1. Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisinin Yeri ve Adresi	82
7.1.2. Tesislerin İşletimi	82
7.1.3. Tesis Proses Tanıtım Özeti	84
7.2. Tesisin Anlatımı	89
7.2.1. Ara Depolama Alanları	89
7.2.1.1. Bunker	89
7.2.1.2. Tank Çiftliği	89
7.2.1.3. Özel Sıvı İstasyonu	90

7.2.1.4. Fıçı Deposu	90
7.2.2. Döner Fırın	91
7.2.3. İkinci Yakma Odası	93
7.2.4. Besleme Sistemleri	94
7.2.4.1. Katı Atık Besleme Sistemi	94
7.2.4.2. Fıçı Besleme Sistemi	95
7.2.4.3. Yakıt Besleme Sistemi	95
7.2.4.4. Sıvı Atık Besleme Sistemi	95
7.2.4.5. Özel Sıvı Atık Besleme Sistemi	96
7.2.5. Kazan Sistemi	96
7.2.6. Türbin-Generatör	98
7.2.7. Elektrostatik Filtre	99
7.2.8. Venturi Yıkayıcısı	101
7.2.9. Kireç Püskürtmeli Yıkayıcı	102
7.2.10. Fiziksel ve Kimyasal Atıksu Arıtma Ünitesi	104
7.2.11. ana Emme Fanı	107
7.2.12. Baca	108
7.3. Atık Kabul Kriterleri	108
7.3.1. Fıçılarla Kabul Edilecek Atıkların Kabul Kriterleri	109
7.3.2. Sıvı Atıkların Yakma Tesisine Kabul Kriterleri	110
7.3.3. Dökme Malzemelerin Tesise Kabul Kriterleri	111
8. İNSİNERATÖR PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ	113
8.1. Problemin Anlaşılması	113
8.2. Beslenecek Atık Seçimi	114
8.3. İşletme Koşulları	115
8.3.1. Test 1	115
8.3.2. Test 2	115
8.3.3. Test 3	116
9. SONUÇ	117
KAYNAKLAR	122
EKLER	123
ÖZGEÇMİŞ	159

KISALTMALAR

TCDD	: Tetraklorodibenzo-p-dioksin
TCDF	: Tetraklorodibenzofuran
TAKY	: Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği
DF	: Döner Fırın
İYO	: İkinci Yanma Odası
ID	: Çekiş Fanı (ID fan)
KPY	: Kireç Püskürtmeli Yıkayıcı
YBF	: Yakma Başvuru Formu
PCB	: Poliklorbifenil
THC	: Toplam Hidrokarbon
CE	: Yanma Verimi (combustion efficiency)
PM	: Partiküler madde (particulate matter)
PCDM	: Poliklordifenilmetan
SCR	: Amonyaklı Katalitik Reaktör
SNCR	: Amonyak İlaveli Katalitik Olmayan Reaktör
T/S/D	: Arıtma / Depolama / Uzaklaştırma (treatment, storage, disposal)
DRE	: Bozunum ve giderim verimi (destruction and removal efficiency)
EGK	: Enerji Geri Kazanımı

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. : SIC Kodları ile Endüstriyel Zararlı Atık Kaynakları	12
Tablo 2.2. : SIC Kodları ile Endüstriyel Olmayan Zararlı Atık Kaynakları	13
Tablo 3.1. : Tipik Yanma Stokiyometrik Değerleri	23
Tablo 3.2. : Yanma Eşitlikleri	26
Tablo 3.3. : Bir İnsineratördeki Kütle Dengesi	30
Tablo 3.4. : Bir İnsineratördeki Isı Dengesi	31
Tablo 4.1. : Atık Prolizi Sonucundaki Gaz Kompozisyonu	35
Tablo 4.2. : İnsineratör Proseslerinin İşletme Parametreleri	60
Tablo 4.3. : Atık Tiplerine Karşılık Gelen İnsineratör Tipleri	61
Tablo 5.1. : Sıyırıcılı bir Sistemde Tahmini Partikül Yüzdeleri	64
Tablo 5.2. : ESP Kullanılan bir Sistemde Tahmini Partikül Yüzdeleri	64
Tablo 5.3. : Islak Yıkama ile Ağır Metal Giderim Oranları	65
Tablo 5.4. : ESP Dizayn Parametreleri	72
Tablo 5.5. : Islak Yıkayıcı Dizayn Parametreleri	75
Tablo 5.6. : Islak ve Kuru Yıkayıcıların Arasındaki Farklar	75
Tablo 7.1. : İzmit Yakma Tesisi Dizayn Parametreleri	84
Tablo 7.2. : Döner Fırın Dizayn Parametreleri	92
Tablo 7.3. : İkinci Yanma Odası Dizayn Parametreleri	94
Tablo 7.4. : Kazan Sistemi Dizayn Parametreleri	97
Tablo 7.5. : Türbin ve Generatör Dizayn Parametreleri	99
Tablo 7.6. : Elektrostatik Filtre Dizayn Parametreleri	100
Tablo 7.7. : Venturi Yıkayıcısı Dizayn Parametreleri	102
Tablo 7.8. : Kireç Püskürtmeli Yıkayıcı Dizayn Parametreleri	103
Tablo 7.9. : Fiziksel ve Kimyasal Atıksu Arıtma Ünitesi Dizayn Parametreleri	105
Tablo 7.10. : Ana Emme Fanı Dizayn Parametreleri	107
Tablo 9.1. : Performans Testi 1. Gün Sonunda Isı Üretimi	118
Tablo 9.2. : Performans Testi 2. Gün Sonunda Isı Üretimi	119
Tablo 9.3. : Performans Testi 3. Gün Sonunda Isı Üretimi	120
Tablo 9.4. : Performans Testi Sonuçları Değerlendirme Tablosu	121

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 4.1 : Karışık Atıkların Uzaklaştırılmasında Proliz Prosesi	33
Şekil 4.2 : Proliz Reaktörü	34
Şekil 4.3 : Döner Fırın Şematik Gösterim	36
Şekil 4.4 : Çok Gözlü Fırın	40
Şekil 4.5 : Akışkan Yataklı İnsineratör	42
Şekil 4.6 : İnfraruj Fırın	45
Şekil 4.7 : İnfraruj Fırın Prosesi	46
Şekil 4.8 : Girdapsız Tip Sıvı Atık İnsineratörü	49
Şekil 4.9 : Vortex Fırın	49
Şekil 4.10 : Mekanik Pulvarizasyon Nozülü	51
Şekil 4.11 : Döner Başlıklı Brülör	52
Şekil 4.12 : Düşük Hava Basıncılı Brülör	52
Şekil 4.13 : İç Karıştırılmalı Nozüller	52
Şekil 4.14 : Alev Sistemi	55
Şekil 4.15 : Katalitik Yakma	56
Şekil 5.1 : Elektrostatik Çöktürücü (ESP)	71
Şekil 5.2 : Venturi Yıkayıcısı	73
Şekil 6.1. : Kazan Borularında Korozyon Oluşumu	79
Şekil 6.2. : Kazanlarda Su-Buhar Çevrimi	80
Şekil 7.1. : Tesisin Coğrafi Konumu	83
Şekil 7.2. : İzmit Zararlı Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesis (İZAYDAŞ Yakma Tesis) Proses Akış Şeması	85
Şekil 7.3. : İZAYDAŞ Yakma Tesis Döner Fırın Şematik Gösterimi	91
Şekil 7.4. : İZAYDAŞ Yakma Tesis İkinci Yanma Odası Şematik Gösterimi	93
Şekil 7.5. : İZAYDAŞ Yakma Tesis Kazan Sistemi Şematik Gösterimi	97
Şekil 7.6. : İZAYDAŞ Yakma Tesis Türbin-Generatör Şematik Gösterimi	98
Şekil 7.7. : İZAYDAŞ Yakma Tesis Elektrostatik Filtre Şematik Gösterimi	100
Şekil 7.8. : İZAYDAŞ Yakma Tesis Venturi Yıkayıcısı Şematik Gösterimi	101
Şekil 7.9. : İZAYDAŞ Yakma Tesis Kireç Püskürtmeli Yıkayıcı Şematik Gösterimi	103
Şekil 7.10.: İZAYDAŞ Yakma Tesis Fiziksel / Kimyasal Atıksu Arıtma Ünitesi Şematik Gösterimi	104
Şekil 7.11.: İZAYDAŞ Yakma Tesis Ana Emme Fanı Şematik Gösterimi	107

SEMBOLER

ΔH_f : Entalpi



DENKLEM LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Denklem 3.1 : Benzenin Yanma Reaksiyonu	23
Denklem 3.2 : Kalsiyumun Yanma reaksiyonu	24
Denklem 4.1 : Selülozun Yanma Reaksiyonu	32
Denklem 5.1 : Hidroklorik Asidin Ayrışması	66
Denklem 5.2 : Kükürtdioksidin (SO_2) Kalsiyum Karbonatla Giderimi	66
Denklem 5.3 : Kireç Sütü Kullanılarak SO_2 Giderim 1. adım	66
Denklem 5.4 : Kireç Sütü Kullanılarak SO_2 Giderim 2. adım	66
Denklem 5.5 : Kireç Sütü Kullanılarak SO_2 Giderim 3. adım	66
Denklem 5.6 : Kostik Kullanılarak SO_2 Giderim 1. adım	67
Denklem 5.7 : Kostik Kullanılarak SO_2 Giderim 2. adım	67
Denklem 5.8 : Kostik Kullanılarak SO_2 Giderim 3. adım	67
Denklem 5.9 : Amonyak İlavesiyle Azotoksit (NO) Giderimi 1.adım	69
Denklem 5.10 : Amonyak İlavesiyle Azotoksit (NO) Giderimi 2.adım	69
Denklem 5.11 : Amonyak İlavesiyle Azotoksit (NO) Giderimi 3.adım	69
Denklem 5.12 : Kostik İlavesi ve Oksidasyonla SO_2 Giderimi	74
Denklem 5.13 : Hidroklorik Asidin Kostik İlavesi İle Giderimi	74
Denklem 5.14 : Kireç Sütü Kullanılarak SO_2 Giderimi	74
Denklem 5.15 : Kireç Sütü Kullanılarak HCl Giderimi	74
Denklem 5.16 : Kireç Sütü Kullanılarak CO_2 Giderimi	74

FORMÜL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Formül 3.1 : Türbülans Faktörü	28
Formül 4.1 : Döner Fırın İçerisinde Atığın Kalış Süresi	37
Formül 5.1 : Yanma Verimi	62



ÖZET

“ Zararlı Atıkların Yönetiminde Yakma Prosesi “ başlıklı tezde zararlı atıkların yakma prosesleri ve bu proseslerde işletilen temel ekipmanlar tanıtılmıştır. Proses anlatımının devamında ülkemizdeki ilk zararlı atık insineratörüne ve performans değerlendirmesine yer verilmiştir.

Konunun anlatımına zararlı atığın tanımı yapılarak başlanmış, zarar atık kaynakları listelenmiş, zararlı atık yönetimi aşamaları ile aktarılmıştır. Arıtma, depolama ve uzaklaştırma teknikleri aktarılmış, bunların arasından yakmanın önemi avantaj ve dezavantajları maddelenmiştir.

Zararlı atıklar, özel işlem gerektiren bir atık sınıfı olduğundan yakılmaları da belli şartlara bağlı kalınmasını gerektirir. Verimli bir yakma sağlanabilmesi için atığın yakılacağı mı yoksa diğer bertaraf yöntemlerinin mi kullanılacağına saptanması gerekir.

Yakmaya kabul edilecek olan atığa uygulanması gereken analizler ve kontrol edilecek parametreler belirtilmiştir.

Bir insineratör analizi yapılarak kütle ve ısı dengeleri hesaplanmış ve verimli bir yanmanın gerçekleşmesi için gerekli şartlar anlatılmıştır. Farklı atıklara ait yakma prosesleri ve insineratör tipleri açıklanmıştır. İşletme parametreleri ve uygulanması gereken şartlar belirtilmiştir.

Yakma prosesinden kaynaklanan atık gaz, temizleme sistemleri, partiküler madde, metal emisyonları ve asit gaz kontrolü anlatılmıştır. Zararlı atık yakma tesislerinden kaynaklanan gerek bilimsel açıdan gerekse kamuoyunun dikkatini çekmesi açısından önem taşıyan klorlu organik bileşiklerin yani PCB’ lerin yakılmaları sonucu ortaya çıkan dioxin ve furanların giderme yöntemleri anlatılmıştır. PCB yakacak olan insineratörlerde uyulması gereken işletme şartları, proses kontrolü, baca gazı analizleri maddeler halinde belirtilmiştir.

Türkiye’ de mevcut olan ilk “ İzmit Zararlı Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi” proje aşamasından başlayarak tanıtılmış ve proses anlatılmıştır. Devamında bir insineratörün performansının nasıl değerlendirileceği anlatıldıktan sonra tesisin 1997 yılında yapılan “Performans Garanti Testi” sonuçları verilmiştir.

Sonuçlar göstermiştir ki, tesis dizayn edilen değerlere göre verimli bir yanma sağlamakta ve emisyon limitlerine uyarak sınır değerlerin altında kalmaktadır.

INCINERATION PROCESS IN HAZARDOUS WASTE MANEAGEMENT

SUMMARY

The intention of this thesis is to describe the hazardous waste incineration process and common types of devices used on it. Following the process description, the first hazardous waste incineration facility in our country is introduced and evaluation its performance is presented.

The topic starts with the definition of hazardous waste, this is followed by a list of hazardous waste sources and the aspects of hazardous waste management is conducted. Treatment, storage and the disposal techniques are discussed, advantages and disadvantages of incineration process from these techniques are then itemized.

Since the hazardous waste is a class of waste which has to be treated properly, incineration of this wastes also requires specific conditions. To ensure an efficient combustion process, it is very essential to determine if the waste is incinerated or other methods are used.

Any necessary analysis which has to be performed for the waste to be accepted to incineration and parameters to be determined during analysis are mentioned.

By examining an incinerator, mass and heat balance calculations have been done and to effect an efficient incineration the required conditions are than explained. Types of incinerators and the combustion process associated with different types of wastes are given. In addition, process parameters and conditions to be applied are specified.

Flue gas from incineration process, cleansing systems, particulate matters, emission of heavy metals and controlling the acid gases are explained. Following this, the removal methods of dioxins and furans that are formed as a result of incineration of the PCB containing wastes are explained. These compounds are highly dangerous and contains chlorine in their chemical structure and having an importance from the environmental point of view and public concern. The operating conditions, process controls and flue gas analyses are listed for the incinerators in which the PCB containing wastes are combusted.

The first plant in Turkey “ İzmit Hazardous Waste Incineration and Power Plant ” are described starting from the project and its process is also explained. After the explaining how the performance of an incinerator is to be evaluated, the results of performance guarantee test run in 1997 are tabled.

The results shows that this plant is operated efficiently according to the design parameters and emissions from the stack has been observed below the limits.

1. GİRİŞ ve AMAÇ

“Çöp” kelimesinin “ atık” tabirine yerini bıraktığı günümüz ve dünyamızda, hızlı sosyal ve teknolojik gelişme, artan atık miktarları, değişen atık karakterleri ve tanımlanamayan atıklarlarla başa çıkabilmek için doğru yönetim modelleri geliştirilmelidir. Yenilenemeyen kaynakların yokolması çoktan başlamışsa da “zararın neresinden dönsek kardır” diyerek kalan dengenin korunması ve geri alabileceklerimizi almamız için ivedi, kesin ve temiz çözümler bulmamız gerekmektedir.

Atıkların yönetiminde, arıtma, depolama, uzaklaştırma ve diğer işlemlerde birçok teknikler geliştirilmiştir. Her bir yöntemin kendisine ait avantaj ve dezavantajları, ekonomik boyutları, uygulanabilirlikleri ve en önemlisi ihtiyaca cevap verme oranları vardır. “Atık” teriminin kapsadığı bütün maddelerin içerisinde diğerlerinden belki de daha fazla önem ve dikkat isteyen bir sınıf vardır ki o da “Zararlı Atık”lardır. Tanımlanması, saptanması ve uzaklaştırılması yani yönetimi başlı başına bir uzmanlık konusu olan zararlı atıkların hem imhasında hem de uygulanacak işlemde sonra miktarının azaltılmasında günden güne önem ve gereklilik kazanan bir yöntem de yakmadır. Atıkların yakılması, bir arıtım tekniği olmasının yanısıra, bir atık uzaklaştırma ve imha yöntemidir.

Yapılan çalışmada, atıkların giderek artan miktar ve karmaşık yapısı karşısında çözüm getirici bir yöntem olarak görülen yakma prosesinin tanıtılması amaçlanmıştır.

Bu anlatımlardan sonra ise İzmit Büyükşehir Belediyesi tarafından yaptırılan ülkemizdeki ilk ve mevcut tek atık yakma tesisi olan “İzmit zararlı Atık Yakma ve Enerji Üretin Tesisi”nin tanıtımı yapılarak, proses şeması anlatılmıştır. Bu kısmı takiben 1997 yılında yapılmış olan tesis performans testi sonuçları verilmiş, garanti edilen performans değerleri ile test esnasında elde edilmiş verilerin bir tablosu aktarılmıştır. Bu karşılaştırmalı tablo bize göstermektedir ki, tesis, garanti edilen ve standartlara uygun emisyon değerlerini sağlayacak şekilde verimli olarak çalışmaktadır.

Ülkemizde, ilgili resmi makamlarımızca konunun yeni incelenmeye başlanmış olması ve tesisin ilk örnek oluşu sonucunda yasal düzenlemelerde sıkıntılar çekilmektedir. Tesisin ve atık yakma prosesinin tanınması ile mevcut yönetmelikler düzenlenmeye ve geliştirilmeye çalışılmaktadır.

İlk örnek oluşunun sıkıntılarının çekildiği İzmit Atık Yakma Tesisi belki de atık yönetiminde önemli bir yer tutan ve zamanla kullanımı artan yakma teknolojisinin ülkemizde de tanınması, uygulanması ve geliştirilmesi için bir araç olacaktır.



2. ZARARLI ATIKLAR

2.1 Zararlı Atık Kavramının Gelişimi

Her geçen gün dünyamızda evsel atıklardan, kompleks endüstriyel atıklara, tarımsal atıklara, maden atıklarına, hastane ve laboratuvar kaynaklı patolojik atıklara kadar çeşitlilik gösteren atık miktarı, hızla gelişen ve büyüyen sanayi ile doğru orantılı olarak artmakta ve milyarlarca ton atığa ulaşmaktadır.

1970' lerin başına kadar oluşan atıkların kontrolü, hava ve su kontrol yönetmelikleri ile sağlanmaya çalışılırken, arıtma tesisi çamurlarına ve katı atık kalıntılarına gerekli önem verilmemiştir. Bu yaklaşım sonucunda da sonuçları farklı boyutlarda olan hatta ölümlerle sonuçlanan olaylar meydana gelmiştir. Aşağıda, dünyanın en gelişmiş ülkelerinden ikisi olan A.B.D. ve Japonya'ya ait felaket niteliğindeki olaylara örnekler verilmiştir.

- 1978'de Toone, Teague ve Tennessee'nin su kaynakları, yakınındaki atık düzenli depolama alanından sızan sudaki organik bileşenlerle kirlenmiştir. Bu kirlenmeye, deponi alanı kapatılmadan önce gömülen pestisit atıkları ile dolu 350000 varilin yol açtığı saptanmıştır.
- Denver yakınlarındaki 50 km²' lik alana sahip yeraltı suyu, kimyasal bir tesis ve Amerikan ordusunun faaliyetlerinden kaynaklanan pestisit atıklarının uzaklaştırma havuzlarına boşaltılması ile kirlenmiştir.
- Illinois, Byron yakınlarına gömülen, metal son işlemlerden kaynaklanan atıkları içeren 1500 varil geçen zaman içerisinde toprak ve yeraltı suyu ile birlikte yüzeysel suların da, siyanür, ağır metal, fenol ve diğer zehirli kimyasallarla kirlenmesine sebep olmuştur.
- 1972 yılında Louisiana yakınlarındaki atık düzenli depolama alanına heksaklorobenzen (HCB) içeren atıklar boşaltılmıştır. HCB' nin buharlaşması nedeni ile 160 km²' lik alan üzerinde yaşayan canlıların vücutlarında birikerek ölümlerine ve maddi kayıplara sebep olmuştur.

- Chester'daki bir ulaştırma alanında depolanan, içinde endüstriyel atık bulunan 50000 varilin yanması sonucu 45 itfaiyecinin ciğerleri ve derileri kimyasal duman nedeniyle zarar görmüştür.

- 1975 yılında New Jersey' deki bir atık düzenli depolama alanına kimyasal atık içeren varilleri gömen bir buldozer şoförü oluşan patlamada hayatını kaybetmiştir.

- New Mexico'da 1970'de besin zinciri yolu ile civa bulaşmış domuz eti yiyen aile ciddi şekilde hastalanmıştır. Bu olaydan sonra yerel sağlık kuruluşlarının yaptığı araştırmada çevrede aynı şekilde civa bulaşmış önemli miktarda tahıl bulunmuştur.

- Japonya'da "Minamata Kõrfezi Olayı " olarak anılan olayda denize karışan endüstriyel atıklar (özellikle civa) su canlılarının bünyelerinde birikerek, bunları yiyen pek çok kimsenin zehirlenmesine yol açmıştır.

- 1976'da Amerika'da bir aile kendi ineklerinden içtikleri sütte zehirlenmiştir. Daha sonra yapılan analizlerde sütte, standartların üzerinde PCB (poliklorlubifenil) bulunmuş ve bunun da ineğin beslendiği alandaki bir fabrikanın PCB atıklarının yol açtığı saptanmıştır.

Elimizdeki bu örneklerin özellikle A.B.D. ve Japonya' da gerçekteşmiş olması, bu ülkelerin gelişmeye başladıkları zamanlarda zararlı atık konusunda gerekli hassasiyeti ve kontrolü göstermediklerinden kaynaklanmıştır. şimdilerde gelişmekte olan ülkemizin de, bu tür felaketlerle karşı karşıya kalmaması için, zararlı atıklarla ilgili olarak sağlıklı bir kontrol - yönetim mekanizmasının bir an önce uygulanması ve dikkate alınması gereklidir. Türkiye' ye ait verilecek örnekler de bu durumun aciliyetini göstermektedir.

- 1970'lerde bazı sanayiciler yakıt olarak kullanılmak üzere başka ülkelerin zararlı atıklarını ithal etmişlerdi. Konunun hiç bilinmemesi ve yasal - idari yaptırımların bulunmaması nedeniyle ülkemize giren ve yakıldığında dioksin gibi zehirli gaz ve ölümlere yol açabilecek bu atıklar son anda önlenebildi.

- Almanya tarafından çinko üretim endüstrisine hammadde olarak satılmak istenen maden cürufklarının ithalatı aşamasında , gönderen ülkenin raporundaki " zararlı atıktır ve dioksin içermektedir." ibaresi Türkiye'deki bazı hassas kuruluşların dikkatini çekti ve büyük bir tehlikeye engel olundu.

- İstanbul'daki Hekimbaşı çöplüğünde meydana gelen patlamada kırka yakın insanın ölümü de kontrollü çöp yönetiminin ve zararlı atık uzaklaştırma yöntemlerinin yokluğundan kaynaklanmıştır.

Zararlı atıklar geçmişte birçok soruna hatta felakete yol açmış, günümüzde de açmaya devam etmektedir. Geçen süre içerisinde birçok yer kirlenmiş, sağlık sorunları ortaya çıkmış, ölümler meydana gelmiş ve geçmişte bilgisizlik, boşvermişlikten kaynaklanan hatalar sonucu küçümsenmeyecek zararlar oluşmuştur. Bu nedenle zararlı atık sorununun, dünyada başlayan hareketlere paralel olarak ele alınmasında ve bir an önce gerekli düzenlemelerin belirlenip, önlemlerin alınmasında büyük zorunluluk görülmüş sonuçta da yeni bir kavram olarak ortaya çıkmıştır. Bu kavram, zararlı atık olarak değerlendirilen bir çok maddenin çevresel etkileri, arıtma yöntemleri, kontrolü ve yönetimi konularında çok yetersiz bilgi olduğu anlaşıncaya, konunun çok acil oluşu da gözönüne alınarak büyük bir önem kazanmış ve bu konudaki araştırmalar yoğunlaştırılmıştır. Zararlı atık kavramının gelişmesine yol açan başlıca nedenler aşağıdaki şekilde özetlenebilir :

- En fazla zararlı atık üreten endüstrilerden olan kimya ve petrokimya endüstrilerinin 1950'lerden bu yana hızlı gelişimi;
- Çoğu çevreye atılmakta olan sentetik organik kimyasal maddelerin üretiminde olan artış;
- Bu maddelerin çevreye etkileri konusunda bilgilerin çoğu zaman yetersiz oluşu;
- Zararlı atıkların yönetim ve uzaklaştırılmasındaki bilgisizlik nedeniyle, bazıları önemli boyutlarda olan kaza ve zararlar;
- Toksikoloji konusunda yapılan araştırmalar sonucu pek çok kimyasal maddenin, kanser yapıcı (carcinogenic), başkalaştırıcı (mutagenic) ve eksik doğumlara yol açıcı (teratojenik) özelliklerinin ortaya konulması

Sorun, zararlı atıkların tam bir tanım ve sınıflandırılmasının gerçekleştirilememiş, maddelerin özellik ve etkilerini belirleyerek uygun parametrelerin geliştirilememiş olmasından dolayı oldukça karmaşık görünmektedir. Atıkların çeşitliliği tanımlama, standartların belirlenmesi ve atık yönetimi konularında çeşitli güçlükler doğurmaktadır.

2.2. Zararlı Atıkların Tanımı ve Saptanması

Zararlı atık, istenmeyen veya uzaklaştırılması planlanan bir atık madde olarak tanımlanır ve böyle bir özelliğe sahip bir madde diğer maddelerle olan ilişkisinde tehlikeli olabilir. Tehlikeli (zararlı) madde tanımı ile olan en büyük fark, bu maddenin aynı tehlikelere sahip olmasına karşın, kullanılıyor değil atılmış formda olmasındandır. Yani aynı madde üzerindeki potansiyel tehlike, atık formunda artık aktif tehlike halindedir. En genel anlamda tehlikeli madde; canlılara, yapılara ve çevresine karşı yangın, patlama, aşındırıcılık, zehirlilik veya benzeri istenmeyen etkileri kapsayan potansiyel tehlikelere sahip olan bir madde olarak tanımlanır. Bu tehlikeler maddenin temel özelliklerindendir Kullanılıyor veya atık formda olsun bu maddeler çevresinin güvenliğini, varlığını tehdit eden riskler taşımaktadır. Bu bağlamda kontroller özenle ve önemle yapılmalıdır.

Zararlı atıklar çok farklı yapı ve şekillerde ortaya çıkabilmektedir. Sıvı, katı, gaz veya çamur formunda bulunabilir. Form ve şekli ne olursa olsun, çevresel değerleri korumak için bu atıkların uygun şekilde yönetilmesi ve uzaklaştırılması esas alınmalıdır. Buna temel oluşturan ve çeşitli ülkeler için farklılıklar gösteren zararlı atıkların tanımlanması adımı, yalnız çevresel problemlerin niteliğini yansıtmakla kalmaz, aynı zamanda milletlerin ekonomik, sosyal ve politik yapıyı da yansıtır. Zararlı atıkların bugüne kadar tanımlanmasında iki temel yaklaşım izlenmiştir. Bunlar çevresel etkiler ve atık özellikleri yönünden yapılmış tanımlamalardır. Teoride yapılan tanımların yanında, aslında üçüncü bir yaklaşım olarak da nitelendirilebilecek listeler yaklaşımı sıklıkla kullanılmaktadır. Listeler yaklaşımı diğer iki temel yaklaşımı kendi içinde kullanmakta ve özellikle yasal bazda kontrole tabii tutulacak zararlı atıkların belirlenmesinde birçok ülke tarafından farklı şekillerde kullanılmaktadır.

Bir atığın zararlı atık olabilmesi için, bir veya daha fazla zararlı özelliği ile çevresel etkisinin belirlenmesi esastır. Atığın zararlı olma özelliği çevresindeki zarar potansiyelinin ortaya çıkma süresi ile ilgili olarak iki kısımda ele alınmalıdır. Bunlar kısa sürede oluşan akut zararlar ve uzun sürede oluşan (kronik) zararlardır.

Kısa sürede oluşan zararlar, atığın aşağıdaki özellikleri ile ortaya çıkar:

- Ağız, solunum veya deri yolu ile alınma sonucu akut zehirlilik;

- Kuvvetli aşındırıcılık;
- Deri veya gözle temasta zarar verme özelliği;
- Yangın tehlikesi;
- Patlama tehlikesi.

Uzun sürede oluşan zararlar ise atığın uzaklaştırılma tarzı ile ilişkili olarak çevrede uzun süre sonunda ve aşağıda verilen özelliklerle ortaya çıkan zararlardır.

- Maruz kalma sonucu kronik zehirlilik;
- Kansere yapma özelliği;
- Detoksifikasyon proseslerine karşı dirençli olma (biyolojik bozunurluğa karşı dirençlik);
- Yüzey veya yeraltı sularını kirletme potansiyeli;
- Estetik olarak istenmeyen özellikler.

Yukarıdaki etkilere sahip olan atıklar, yan ürünlerle, proses kalıntıları ile kirlenmiş veya tükenmiş reaksiyon kalıntıları, tarımsal ürünler ve cihazların üretimi vb. üretim işlemlerinden ve üretilmiş bu ürünlerin tüketilmeleri sonucu atığa dönüşmeleri ile ortaya çıkarlar.

Bir atık eğer aşağıdaki özelliklerden birine / bir kaçına sahipse zararlı atıktır:

Tutuşabilirlik : Tutuşabilir atıklar belirli bir takım koşullar altında yangına yol açabilirler. Örnek olarak çok çabuk tutuşarak yanan solventler ve sürtünmeye karşı hassas maddeler verilebilir.

Korozif Özellik : Korozif atıklar, genellikle metallerin paslandırma özelliğine sahip asidik maddeleri içerirler. Bunlar tankları, konteynerleri, varilleri aşındırıp zarar verirler. Bu grupta kuvvetli asitler, kuvvetli bazlar, oksitleyici maddeler ile dehidrat özelliğine sahip maddeleri içeren atıklar verilebilir.

Reaktiflik: Reaktif atıklar normal koşullar altında stabil olmayan maddeleri içeren hızlı ve şiddetli reaksiyon veren atıklardır. Genel olarak reaktif atıklar patlamalara ve / veya zehirli dumanlara yol açarlar.

Zehirlilik: Zehirli atıklar, canlılar tarafından belirli dozda alındığında şiddetli ve ölümcül etki yapabilen atıklardır. Zehirli atıklar toprağa verildiğinde kirlenmiş sıvı ve sızıntıları ile yeraltı suyunu kirletebilir ve besin zinciri ile canlıları etkileyebilirler.

Zehirlilik etkisi çeşitli özelliklere bağlı olarak farklı yöntemler ve zehirlilik testleri ile farklı şekillerde tanımlanmaktadır.

Buradan zararlı atığın tanımını şu şekilde yapmak mümkündür: *Çevresel olarak akut veya kronik zarar potansiyeline sahip yanıcı, aşındırıcı, reaktif ve zehirli olabilen, kompozisyonu, içerdiği madde miktarları, fiziksel formları, dağılım ve yayılımları ve kullanım şekilleri ile yine insan aktiviteleri ile giren ve bu nedenlerle konvansiyonel arıtma ve uzaklaştırma yöntemlerinden farklı olarak ve çevresel sistemin (ekosistemin) politik, sosyal ve ekonomik değerleri ile yönetilmeyi gerektiren, özelleştirilmiş ve listelenerek saptanmış atıklardır.*

Zararlı atık tanımının yapılabilmesi için atığın aşağıdaki kriterler nedeni ile zarar / tehlike potansiyeline sahip olması gerekir.

- Atığın içerdiği maddeler;
- Bu maddelerin konsantrasyonları;
- Kimyasal aktiviteleri;
- Atık içerisindeki fiziksel formları;
- Potansiyel zararlı maddenin miktarı ve dağılım hızı;
- Potansiyel zararlı maddenin girdiği çevredeki hareket tarzı ve dirençliliği;
- Çevrenin potansiyel tehlikeli maddeye maruz kalması ve hassasiyeti;
- Uygun ölçümlerin mümkünlüğü ve bunların maliyeti.

Bir atığın gerek kısa süreli gerekse uzun süreli çevresel zarar özellikleri içerdiği kimyasal madde özellikleri ile ilgilidir. Bazı durumlarda ise atığın kendisi zaten çok iyi bilinen tehlikeli özelliklere sahiptir ve iyi bir tanımlama yapılmıştır.

Atık yönetiminde bir atığın zarar özelliklerini ortaya koymak atığın hassas bir kimyasal kompozisyonunu bilmekten çok daha yararlı olmasına rağmen, çoğu durumlarda bunu elde etmek pratik olmamaktadır. Atığın kompozisyonu zararlı atık tanımında bilinmesi gereken ilk kriterdir.

Atık Bileşimi : Atığın bileşimi ile ilgili olarak, atığın zararlı olma potansiyelinin değerlendirilmesi yapılmadan önce onu oluşturan tüm bileşenlerin bilinmesi gerekir. Bununla birlikte pratikte özellikle katı atıklar için bu bilgiyi toplamak çoğu zaman zor

ve imkansız olabilir. Doğrudan ya da dolaylı olarak atığın bütünü ile ilgili bileşenlerin potansiyel zararlarının analizi oldukça zordur.

Fiziksel Form : Atığın fiziksel formu katı, çamur veya sıvı şeklinde olabilir. Fiziksel form atığın kısa ve uzun süreli çevresel zararlı olma potansiyeli ile ilişkili olduğu için önemli bir parametredir.

Miktar : Bir atığın miktarı ve buna bağlı olarak dağılım hızı en az bileşimi ve formu kadar önemlidir. Özel bir atığın birkaç yüz kilogramının işlenmesi veya uzaklaştırılması daha büyük veya daha küçük miktarlarından farklı bir çözüm gerektirebilir. Bu nedenle farklı ülkelerde bir atığın zararlı atık olarak tanımlanabilmesi için miktar açısından bir ön tanımlama getirilmiştir. Bu yaklaşım yönetim açısından yararlı olmasına karşın bazı sakıncaları da vardır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

- Belirlenen miktardaki atık içinde zarar derecesi her madde için aynı olmayabilir. Bu durumda çok düşük miktardaki bir atık, yüksek miktartlı başka bir atıktan daha yüksek zarar derecesine sahip olabilir ve kontrolünü zorlaştırabilir.
- Miktar için bir minimum değer belirlemek bu küçük miktarlardaki atıkların toplamı ile ortaya çıkabilecek büyük zarar potansiyelini kontrolsüz bırakabilir.

Atığın uzaklaştırıldığı alandaki çevresel zarar potansiyeli sadece atığın içindeki madde konsantrasyonu ile değil, aynı zamanda herhangi bir alandaki ortaya çıkan toplam miktartla da ilgilidir. Bu nedenle atığın miktarı için bir alt / üst limit yerine aynı atığın çevreye giren toplam miktarının değerlendirilmesi önemlidir.

Akut Zarar / Tehlike : Atıktan kaynaklanabilecek olan akut zarar, ağız, solunum veya deri yolu ile ortaya çıkan zehirlilik, alevlenme temparatürü, patlayıcılık, korozyon vb. terim veya parametrelerle temsil edilebilir. Bununla birlikte buhar basıncı, kaynama noktası gibi fiziksel parametreler de belirlemede önemli olabilir.

Akut zarar kriterlerinde en önemli nokta zehirlilik testlerinin atıktaki herbir bileşen için saptanmasıdır. Oysa atığın akut zarar potansiyeli bütünü ile sadece bu testlere bağlı olmayıp yukarıdaki özelliklerle de ilgilidir.

Uzun Süreli Zarar: Atığın kronik zararlı olma potansiyeli onun uzaklaştırılma şekli ile çok yakından ilgilidir. Örneğin atığın uzaklaştırılmasında düzenli depolama alanları kullanılmışsa atık kimyasallarında çözünürlük, uçuculuk gibi özellikler atığın çevredeki hareketliliği ile ilgili olarak kronik etkiyi tahmin etmeye yardımcı olabilir.

Aynı şekilde maddelerin çevredeki direnci, doğal parçalanma mekanizmaları ile ilgilidir. Bu durumda mikrobiyolojik, fotokimyasal, oksidatif - redüktif bozunma hızları gibi kriterler bilinmelidir. Atıktaki maddelerin kronik zehirlilikleri ve metabolizma hızları ile koku ve tad gibi organoleptik faktörler de uzun süreli zararların belirlenmesinde tümüyle göz önüne alınmalıdır.

Yukarıda açıklanan zararlı atık tanımlama kriterleri yanında bu atıkların oluştukları ekosistemlerin (ülkelerin, ulusların) sosyal, politik ve ekonomik koşulları da düşünülürse zararlı atıklar için belirli ve tek bir tanım getirebilmenin zorluğu iyice ortaya çıkmaktadır.

Çeşitli ülkelerde bu zorluğu gidermek için anılan atıkları tanım, kriter ve koşullar göz önüne alınarak listeleme yoluna gidilmiştir. Farklı ülkelerde farklı listeler ve buna bağlı olarak listeleme yaklaşımları vardır. Bu yaklaşımlar içinde ilk ve en önemlisi atıkları tanımlayan yani içte bırakan listeler, bir diğeri ise atığın zararlı atık olmadığını ilan eden yani dışta bırakan listeler yaklaşımıdır. (Ertaş, T.T., 1997. Zararlı Atıkların Ozon İle Oksidasyonu, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul)

2.3. Zararlı Atık Kaynakları

Zararlı atık kaynaklarını belirlemek için yukarıdaki bölümlerde açıklanan kriter ve listeleme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Buna göre zararlı atıklar, üretilen miktar yönünden iki kısımda incelenmektedir :

- Küçük miktar zararlı atık üreticileri
- Büyük miktar zararlı atık üreticileri

Miktar açısından bu ayırım tüm kaynak bazında atıklar için de geçerli olacaktır.

Zararlı atıklar kaynak açısından temel olarak iki ana başlıkta sınıflandırılmaktadır. Bunlar;

- Kaynağı belirsiz atıklar (Yaygın kaynak)
- Kaynağı belli atıklar (Noktasal kaynak)

Yaygın kaynak için “ atıksu arıtma sistemi çamurları (siyanür içeren) “ örnek olarak verilebilir. Kaynağı belli atıklar için örnek ise “etilendiklorür destilasyon prosesinin kalıntıları” dır. Bu örnekler, listeleme yönteminde de kullanılmaktadır.

Zararlı atık kaynaklarının en büyük bölümünü endüstriyel atıklar oluşturmaktadır. Bu nedenle en önemli kaynak bazında ayırım endüstriyel zararlı atıkların sınıflandırılmasıyla yapılmaktadır. Buna göre zararlı atık kaynaklarını ;

- Endüstriyel zararlı atık kaynakları
- Endüstriyel olmayan zararlı atık kaynakları şeklinde iki ana başlık altında toplamak mümkündür.

2.3.1 Endüstriyel Zararlı Atık Kaynakları

Büyük bölümünü kimyasal madde üretimlerinin ve bunlarla ilişkili endüstrilerin oluşturduğu zararlı atık kaynakları SIC kod numaraları ile Tablo 2.1' de verilmiştir. Verilen tabloya ilave olarak birkaç madde ile bu atık türlerini sayacak olursak karşımıza çok çeşitli kimyasal maddeler, katı atıklar ve arıtma çamurlarının çıktığını görürüz. Bu maddelerin belli başlı olanları şunlardır:

- Solventler;
- Atık yağlar;
- Kirlenmiş atıklar;
- Yanıcı, parlayıcı maddeler;
- Bol miktarda plastik atık;
- Petrol ürünleri.

2.3.2. Endüstriyel Olmayan Zararlı Atık Kaynakları

Bu kategorideki zararlı atık kaynakları genellikle endüstrilerin yan sektörleri, hizmet sektörleri ve iş alanlarındaki faaliyetlerin sonucu ortaya çıkarlar. Bu nedenle, bu atıklar evsel (municipal) atık terimleri yerine yine SIC kodlarına yeri olan ancak üretim veya endüstriyel ürün olarak değerlendirilemeyen (üretim dışı) anlamına gelecek şekilde endüstriyel olmayan zararlı atık kaynakları kategorisinde değerlendirilmiştir. Bunlar Tablo 2.2'de örneklenmiştir.

2.4. Listeler Yaklaşımı

Dışta Bırakan Liste (Exclusive list) : Bu listenin yaklaşımı, bir zararlı atığın yeterli tanımını için gerekli olan bileşenleri içermeyen yani akut veya kronik çevresel zararları,

zararlı atık işleme prensiplerini gerektirmeyen, bilinen konvansiyonel atıkları listelemektir. Böyle bir listede herhangi bir zararlı atık bulunmaz.

Tablo 2.1 SIC Kod Numaraları İle Endüstriyel Zararlı Atık Kaynakları

SIC Kod. No.	Endüstri Adı
SIC 28	Kimyasal maddeler ile ilgili ürünler
SIC 29	Petrol ve kömür ürünleri
SIC 33	Metal üretim endüstrileri
SIC 34	Metal Son işlemleri endüstrileri
SIC 36	Elektrik ve elektronik cihazlar endüstrisi
SIC 37	Taşıma cihazları üretimi
SIC 26	Kağıt ve kağıt hamuru endüstrileri
SIC 22	Tekstil endüstrileri
SIC 24	Kereste ve ahşap ürünleri endüstrileri
SIC 25	Mobilya ve koruma endüstrisi ürünleri
SIC 27	Basın ve yayın endüstrisi
SIC 30	Lastik ve ilgili plastik ürünler
SIC 31	deri endüstrisi
SIC 32	Taş, toprak ve cam ürünleri
SIC 35	Makina endüstrisi (elektrik makineleri hariç)
SIC 38	Cihazla ve ilgili ürünler endüstrisi
SIC 39	Diğer üretim endüstriler,

Bu yaklaşım uzun süre yararlı bir şekilde kullanılmış ve yeni yönetim biçimlerine esas olmuştur. Ancak bu liste, liste dışında kalan atıkların tümünün zararlı atık olduğunu ilan etmez. Örneğin sadece zehirli atıkların yönetimi için ilan edilen bir listedeki zararlılık kriteri dışta bırakan listede olmadığı gibi zararlı atık listesindeki atıkların zararlı olduğunu göstermesiyle çok yararlı olmasına rağmen, zararlı atıkları tanımlayamadığı için bununla bir de içeren listeye ihtiyaç duyar.

Tablo 2.2 SIC kod Numaraları ile Endüstriyel Olmayan Zararlı Atık Kaynakları

SIC Kod No.	Endüstri Adı
SIC 5085	Kullanılmış varil ve bidon temizleme ve uzaklaştırma işlemleri
SIC 07	Tarımsal işlemler (ilaçlama, gübreleme, düzenleme vb.)
SIC 5161	Kimyasal madde depoları
SIC 40	Demiryolu taşımacılığı
SIC 55	Oto tamirciliği ve benzin istasyonları
SIC 72	Kişisel hizmetler
SIC 73	İş hizmetleri
SIC 76	Diğer tamirat hizmetleri
SIC 80	Sağlık hizmetleri
SIC 82	Eğitim - öğretim hizmetleri

İçeren Liste (Inclusive List) : Zararlı atıkların yasal olarak tanımlanmasında kullanılan en yaygın yollardan biri de içeren liste yaklaşımıdır. Bu yaklaşım Belçika, Danimarka, Fransa, Almanya, Hollanda, İsveç, İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri gibi bir çok ülkede kullanılmaktadır. Bu listeler belirli endüstrilerden kaynaklanan bir takım atıkları, özel bileşenli olan atıkları veya prosesleri ile tanımlanmış belirli atık akımlarının kapsar.

Hollanda'da 1976'da Kimyasal Atık Yasası ile toprağa verilebilecek atıkların yönetiminde, aslında zararlı atıklar için bir içeren liste verilmekte ve liste atıktaki zararlı bileşenlerin konsantrasyon limitlerini de içermektedir. İngiltere'de ise 1980 Özel Atıklar Yönetmeliği yine içeren liste prensibini uygulamakta, fakat atıktaki bileşenlerin zararlılıkları için kantitatif zehirlilik, parlama noktası ve canlı dokulara zarar gibi kriterleri esas almaktadır. Öte yandan CEC (Council of the European Communities) zehirli ve tehlikeli maddeleri çıkarmış olduğu zehirli e tehlikeli maddeler hakkındaki direktiflerinde listelenmiştir. Fakat bu içeren liste, prensipleri ile bu maddelerin zararlı etkilerini kalitatif kriterler ile ortaya koymaktadır.

Danimarka, Almanya, İsveç ve A.B.D. de içeren liste yaklaşımını benimsemişlerdir. Yukardaki örneklerde görüldüğü gibi listeleme yaklaşımını ister içeren ister dışta bırakan listeler olsun, atık yönetimi anlamında atığın tanımlanmasını kullanan terimler olarak zora sokmaktadır. Yani tanımlamada atığın solvent, farmasotik, toksik veya fenolik gibi önemli bir kriterini belirtmek diğer kriterlerib farklılığı nedeniyle bu zorluğu yaratmaktadır. Liste yaklaşımları bu farklılıklara rağmen, atığın bileşenlerinin özellikleriyle tehlikeli olarak sınıflandırılması açısından uluslararası kabul görmektedir.

2.5. Zararlı Atık Yönetimi

Zararlı atıkların yönetimi, organizasyonu ve idaresi için ulusal politikalarla birlikte ortaya konan amaçlar çerçevesinde arıtım, depolama, uzaklaştırma gibi faaliyetlerin düzenlenmesi de yine ulusal yaklaşımlarla yapılmaktadır. Bütün bu yaklaşımlar bir planlama çerçevesinde gelişmektedir. Zararlı atık yönetimi için bu planlama atıkların uzaklaştırılmasında, transferinde ve arıtımında sorumlu kuruluşlar tarafından yapılmakta ve yürütülmektedir. Burada en önemli problem bu planlamanın hali hazırdaki konvansiyonel atıklar için varolan planlamalar ile çakışması ve girişim yapmasıdır. Bu nedenle planlama, varolan plan ve stratejilere dönüşecek ancak farklılaşmayı sağlayacak biçimde yapılmalıdır.

Bu zararlı atıkların çevre ve halk sağlığı üzerinde yüksek zarar - tehlike potansiyeli nedeniyle özel kontrol yöntemleri de gerekli olmaktadır. Bu atıklar için tanımlama, geçici depolama, arıtım ve uzaklaştırma aşamalarında özel dikkat ve kontrol gerekmektedir (beşikten mezara kontrol). Çoğu ülkeler bunu manifestolar (bildirim / beyan formları) veya kontrol formları ile üretimden nihai uzaklaştırmaya kadar izleyebilmektedir. Bu yöntemler en etkin yöntemler olarak görülmektedir.

Zararlı atıkların yönetim planlamasında 3 temel adım yer almaktadır. Bunlar:

1. Zararlı atıkların tanımı ve saptanması;
2. Yasal ve idari esasların belirlenmesi;
3. Arıtma, depolama ve uzaklaştırma teknolojilerinin belirlenmesidir

Bir zararlı atık için atığın yasal bir tanımını yapmak ve atığı saptamak yani teşhis etmek, kontrol sisteminin bir görevidir. Bu adımda zararlı atık tanımlamak için en iyi

yaklaşım herhangi bir atığı veya ürünü diğer atıklardan (konvansiyonel atıklar) ayırma yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, bu ayırım için farklı bir atık tanımını, tanıma dayalı listeler üretmeyi ve tamamlamaya esas olan kriterler ile atığı saptayacak özellikleri ortaya koymayı zorunlu kılar. Çünkü herkes için geçerli olan sorunlar şunlardır:

- Neler zararlı atıktır?
- Bunlar zararlı atık ise diğer atıklar nedir?
- Atık ile bileşenin (madde) zararlılığı farklı mıdır?
- Tehlike - zarar kriterleri nelerdir?
- Atığın formu ile özellikleri atığı tanımlamaya yeter mi?

Zararlı atık tanımlamada ilk adım farklı atığı tanımlamaktır.

Farklı Atık: Konvansiyonel atıklardan farklı olarak çöp, istenmeyen atık ve çamurlardır. Ancak bunların bir atık tesisinden, su temini arıtım tesisinden veya hava kirliliği kontrol işleminden gelen atıklar olması gerekmektedir. Öte yandan katı, sıvı, yarı katı veya sıkıştırılmış gaz formundaki istenmeyen maddeler de (bozulmuş, dışlanmış) farklı atık kapsamına alınmıştır. Bu maddelerin kaynakları endüstriyel, ticari, madencilik, tarımsal ve toplumsal aktiviteler olabilir ancak evsel atıksudaki çözünmüş veya katı maddeler, sulamaya yönlendirilen akımlardaki katı ve çözünmüş veya Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği' ne uygun, noktasal kaynaklı endüstriyel deşarjlardan gelen maddeler bunun dışında olmalıdır. Ayrıca hastahane ve nükleer kaynaklı istenmeyen maddeler de özel atıklar olarak kontrol edilmesi gerektiğinden farklı atık olarak düşünülmemelidir.

Zararlı Atık: Tanım olarak zararlı atık bir farklı atık veya farklı atık karışımıdır. Ancak bu farklı atık, farklı atık tanımındaki belirlenen fiziksel formuna ilave olarak miktar, konsantrasyon, fiziksel, kimyasal ve enfeksiyonel özellikleri dolayısı ile iki önemli tehlike - zarar potansiyoneline sahiptir. Bunlar:

- Ölümle sonuçlanan olaylarda, ciddi ve tedavisi güç hastalıklarda önemli artışlar;
- Arıtılmaları, depolanmaları, taşınımları yani yönetimleri sırasında insan sağlığına ve çevreye aktif veya potansiyonel bir zarar - tehlike göstermesidir.

Arıtım, tekrar kullanım, enerji ve madde geri kazanımı gibi önceliklerden son uzaklaştırmaya kadar atık yönetim seçenekleri öncelik sırası ile aşağıdaki hiyerarşiye göre yapılmaktadır.

1. Atığın azaltılması;
2. Atık ayırımı;
3. Atık değişimi, transferi;
4. Enerji ve madde geri kazanımı;
5. Atığın yakılması / arıtımı;
6. Güvenli son uzaklaştırma.

2.6. Arıtma, Depolama ve Uzaklaştırma Teknikleri

Zararlı atıkların yönetimi, atığın uygulanabilir, ekonomik ve teknolojik olarak uygun geri kazanımı veya uzaklaştırılması yöntemlerinin planlanması ile düzenlenir. Düzenlemelerde halk sağlığı ve çevre emniyeti kriterler arasında yer alır. Atığın minimizasyonu, tekrar kullanımı veya geri kazanılması mümkünse arıtma ve nihai uzaklaştırmaya geçilmeden yapılmalıdır.

Transfer: Zararlı atıkların arıtma, depolama, uzaklaştırma (T/S/D) işlemlerinin sağlıklı yapılabilmesi için, bu işlemlere varana kadar atığın nasıl taşındığı yani transfer edildiği önemli bir ilk adımdır. Uygun bir prosedürde yürütülmesi gerekli olan bu aşamada aşağıda sıralanmış olan bilgileri içeren bir döküman hazırlanmalıdır.

- Evrak numarası
- Üreticinin adı kayıt numarası
- Taşıyıcının numarası
- Güvenlik bilgileri (Material Safety Data Sheet)
- Atık tanımlama numarası
- T/S/D yöntemlerinin belirtilmesi
- Yüklenen atığın miktarı
- Yeterlilik belgesi

Yukarıdaki manifestoya ilaveten taşıyıcı, herhangi bir kaza durumunda yapılması gerekenleri gösteren ilave bir dökümanı da bulundurmalıdır.

Arıtma: Bir atığın çevreye olan zararını azaltmak amacı ile, atığın fiziksel, kimyasal veya biyolojik karakterinin değiştirildiği prosestir. Arıtma atığı nötralize edebilir, atıktan enerji üretebilir, hammadde haline dönüştürebilir, zararlılığını azaltabilir veya

daha sonra uygulanabilecek tekniklere hazırlık olarak daha zararsız veya güvenilir bir forma getirir.

Bütün zararlı atıklar için özel bir teknoloji bulmak genellikle mümkün değildir ve en pratik çözümün seçimi atık ile ilgili bir çok faktöre bağlıdır. Bunlar arıtma veya uzaklaştırma imkanlarının sağlanabilir ve uygulanabilir olması, toplumsal emniyet standartları ve maliyetleridir. Ancak hiç bir uzaklaştırma yöntemi mutlak emniyeti sağlayamaz ve herhangi bir özel arıtma teknolojisi mutlaka bir risk seviyesine sahiptir. Genelde arıtma ve uzaklaştırma yaklaşımı ne kadar hassas ise maliyetler o kadar yüksek buna karşılık kalıcı risk seviyesi düşüktür.

Bu amaç çerçevesinde arıtma yöntemleri 3 ana başlıkta toplanabilir.

Fiziksel Arıtma: Zararlı atık yönetiminde fiziksel arıtma genelde atığın stabilizasyonu, faz ayırımı ve susuzlaştırma proseslerinden ibarettir.

Kimyasal Arıtma: Nötralizasyon, çözünürlüğün azaltılması veya toksik etkinin azaltılması gibi atığın kimyasal özelliklerinin değiştirildiği proseslerdir.

Biyolojik Arıtma: Endüstriyel atıkların birçoğu biyolojik arıtmadan geçirilebilecek yapıya sahiptirler. Zararlı atıklarda ise gözönüne alınması gereken nokta zehirli madde konsantrasyonlarının mikroorganizmalar üzerindeki akut etkileridir.

Arıtma tekniklerine oksidasyon, deaktivasyon, karbon adsorbsiyonu, nötralizasyon gibi örnekler sayılabilir.

Zararlı atık arıtma teknolojilerini sınıflandırmak istersek :

- 1- Hacim azaltıcı teknolojiler: Çöktürme, susuzlaştırma, faz ayırımı;
- 2- Toksik maddelerin sabitlenmesi amacı ile: Katılaştırma prosesleri;
- 3- Toksik özelliklerin giderilmesi: Yakma, kimyasal arıtma (nötralizasyon, oksidasyon-redüksiyon, havalı veya havasız biyolojik arıtma) yöntemlerini sayabiliriz.

Depolama: Depolama, bir atığın geçici bir süre için uygun bir yerde biriktirilmesi, bekletilmesidir. Bu süre sonunda atık arıtılır, uzaklaştırılır veya başka bir yerde depolanır. Depolamanın bir nihai uzaklaştırma olmadığı unutulmamalıdır.

Uzaklaştırma: Uzaklaştırma, atığın bir alan içine veya üzerine depolanmasıdır. Nihai uzaklaştırma tesisleri genellikle atığı sabit pozisyonunda tutar ve zarar verici

kirleticilerin çevreye yayılmalarını önler. Evsel ve zararlı atıklar için en yaygın uzaklaştırma yöntemi düzenli depolamadır. Bu sistemlerde genellikle sızıntı suyunu toplayarak arıtan prosesler mevcuttur. Atığın uzaklaştırılması, kaynağından son uzaklaştırılmasına kadar olan aşamaların tümünü veya bir bölümünü içerebilir. Bu anlamda bir atığın doğrudan arıtmaya alınması veya atığın yakılması da bir uzaklaştırma amacı taşıyabilir. Uzaklaştırma, atığın fiziksel, kimyasal veya biyolojik bir arıtmaya uygun olmamasından dolayı gerekebileceği gibi, bir arıtma aşamasından geçse bile çevreye zararsız bir formda ortamdan uzaklaştırılması ihtiyacından doğar ki bu son uzaklaştırmaya nihai uzaklaştırma demek mümkündür. Uzaklaştırmaya örnek verecek olursak düzenli depolamanın yanı sıra deniz diplerine boşaltma, yeraltına depolama, derin kuyulara depolama sayılabilir. (Yalav, D., 1997. Hazardous Waste Determination Scale, Master Thesis, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul)

Hem arıtma hem de uzaklaştırma yöntemleri arasında sayılabilecek olan yakma konusunu ele alacak olursak avantaj ve dezavantajlarının sıralanması ile başlayabiliriz.

- Atığın zararlı maddesi imha edilir.
- Atığın hacmi ve ağırlığı, orijinal ölçüsüne oranla azalır.
- Atık miktarının azalması uzun süre gerektirmez.
- Transfer gerektirmeden bulunduğu yerde yakılabilirler (mobil sistemler).
- Atmosfere deşarjlarda, çevre üzerinde oluşabilecek etkiler kontrol edilebilir.
- Sistemden çıkan kül ve cürufun zararlı atık sınıfına girmemesi halinde yakma, nihai uzaklaştırma halini alır; çıkan kül genellikle sterildir.
- Proses kolayca durdurulabilir.
- Isı geri kazanım teknikleri ile işletme maliyetleri kolayca düşürülebilir.

Yakma yöntemi bütün atık problemlerini çözmeyecektir. Dezavantajları ise şunlardır.

- Yüksek su içerikli ve yanamayan atıklar yakılamazlar.
- Ağır metal içeren inorganik atıkların yanması sonucu metallerin kontrolü zor olabilir.
- Yüksek yatırım maliyeti gerektirir.
- Özel eğitimli operatörlere ihtiyaç vardır.
- İşletme sıcaklığına ulaşabilmek ve verimli bir yanma için ilave yakıt gerektirir.

İlk yatırım maliyeti oldukça yüksek olan bu teknolojinin en önemli çevresel özelliği, yakma sonucu oluşan ve temizliği yapıldıktan sonra atmosfere verilen atık gazdır.

Yöntemin güvenilirliği açısından atık gazın temizlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bahsedildiği gibi maliyeti yüksek olan bu teknolojinin, işletme maliyetlerinin, enerji geri kazanımı yapıyorsa, sistemin kendi çalışması ile karşılanabileceği unutulmamalıdır.

Zaman zaman konuya uzak çevrelerce yanlış anlaşılan ve ileriki bölümlerde açıklanacak olan önemli bir konu da şudur: Atık yakma tesisleri, birer enerji üretim tesisi değildirler. Enerji üretilip maddi gelir sağlamak amacı ile kurulmazlar ve kurulmamalıdır. İlk amacın yakılacak atığın, (bu atık, klinik veya radyoaktif vb... olabilir) istenmeyen madde ve etkilerinden, prosese uygun şekilde uzaklaştırmak yani atığı imha etmek olduğu hatırdan çıkarılmamalıdır.

Bu bağlamda anlaşılmaktadır ki, atık yakma tesislerinin öncelikli amacı atığı uzaklaştırmak, bunu yaparken de eldeki sıcaklıktan faydalanmaktır. (Ertaş, T.T., 1997. Zararlı Atıkların Ozon ile Oksidasyonu, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri, İstanbul)

3. ZARARLI ATIKLARIN YAKILMASI

Atıkların potansiyel zararlarını azaltmada ve bu zararları azaltırken de atıktan enerji elde etmede en etkili yöntem olan yakma zamanla yaygınlaşan bir teknoloji olmaya başlamıştır. Zararlı atıkların yakılması, atığın kalorifik değerine bağlı bir termal prosestir. Atığın yanmasındaki temel unsur kalorifik değerdir. Söz konusu atıklar, yanamayacak kadar düşük kalorifik değere sahip olabilecekleri gibi, belirli sıcaklıklarda dışarıdan herhangi bir etki olmadan yanabilecek özellikte de olabilirler. Bu sebeple yakma sistemlerinin hesaplamaları, kalorifik değer tespiti ile başlatılmalıdır.

Genel olarak katı atıkların en önemli karakteristik özelliği, sahip olduğu çeşitliliktir. Atığın kalitesi önceden belirlenebilirse, prosesin yürütülmesi açısından fayda sağlanmış olur. Atık karakteristiğinin tespiti her zaman yaklaşık olarak düşünülmelidir. Bir atık yığını, bir diğerinde bulunmayan maddeleri içerebilir ve bu madde çeşitlilikleri birden fazla olabilir.

3.1. Yakılabilirliğin Tespiti

Yanma prosesinde, atığın parametrelerinin tayini ile belirlenen atık kompozisyonu yanma verimi ile doğrudan ilişkilidir.

Atığın boyutu, şekli, ağırlığı, yoğunluğu ve yaşı, kokusu, depolama sıcaklığı, sıkışabilirliği fiziksel parametreler arasındadır.

Yakılması düşünülen bir atık için yanabilirlik, kül oranı, ergime noktası; bir sıvı atık için sıcaklık-viskozite ilişkisi, gravite, buharlaşma ısısı, askıda katılar, su oranı; bir gaz atık için sıcaklık-basınç özellikleri, viskozite, yoğunluk, koku ve renk temel parametrelerdir.

Kimyasal bileşim, kalorifik değer, yanma ürünleri, organik ve inorganik madde oranlarını ise kimyasal parametreler arasında sayabiliriz. Özet olarak yakılacak olan atığın tespitinde tayin edilmesi gereken parametreleri şöyle sıralayabiliriz.

- Nem içeriği;

- Uçucu madde oranı;
- Karbon içeriği;
- Kül oranı;
- Kalorifik değer;
- Korozyonluk;
- Toksikite;
- Koku;
- Patlayıcılık;
- Parlama noktası;
- Yoğunluk;
- Külün ergime sıcaklığı;
- Viskozite;
- Kesin analiz (C, H, N, metaller...)

Yakılacak olan atığın prosese verilmeye hazır hale gelmesi içinse bir atık besleme menüsü ve belli kimyasal oranlarda karışım hazırlanmalıdır. Yanmanın temel kimyasal prensiplerinden yola çıkarak hazırlanması gereken menünün ağırlıkça yüzde oranları yaklaşık olarak şöyle olmalıdır.

Karbon	% 40
Hidrojen	% 5
Oksijen	% 3.3
Azot	% 1
Kükürt (organik)	% 1
Klor (organik)	% 4
Flor	% 0.2
Kül	% 34
H ₂ O	% 11.5

Bütün bu parametre tayinleri ve yanma menüsünün hazırlanabilmesi, kısa ve kesin analizlerin yapılabilmesi için yeterli ekipmana sahip bir laboratuara ihtiyaç vardır.

3.1.1. Kısa Analiz

Kısa analiz, nem, uçucu madde, karbon ve kül oranının tayin edildiği çabuk ve ucuz bir laboratuvar tespittir.

3.1.2. Kesin Analiz

Kesin analiz, bir numunede bulunan elementlerin miktarının saptanmasında kullanılan standart bir yöntemdir. Maddenin yanma ürünleri, ürünlerin ve çıkan gazın doğası ve yanmanın hava ihtiyacının tespiti istenir. Proseste C, H, SO₂, O, N, halojenler, ağır metaller ve yanmaya etki edebilecek diğer elementlerin tayini yapılır. Bu bileşenlere ilaveten atığın içinde bulunabilecek poliklorbifeniller (PCB), organik maddeler gibi bazı zararlı maddelerin varlığı da tespit edilebilir. Kesin analizler, analizleri yapabilecek ekipman ve bilgiye sahip laboratuvarlarca yapılabilirler.

Yanmayı etkileyecek faktörlerden birkaçına baktığımızda ilk sıralarda atığın nem oranını görebiliriz. Atığın nem oranı eğer fazla ise, atığın imhası için gerekecek yakıt miktarı fazla olacaktır. Örneğin su içeriği % 95'den büyük bir sulu atık ve katı madde içeriği % 15'den az bir atık, yakma prosesi için zayıf adaylar arasındadır.

İnorganik tuzlar; eğer atıkta zengin bir oranda bulunuyorlarsa fırın cidarında birikerek, yakma sisteminde istenmeyen etkiler yapacaklardır.

Yüksek sülfür ve halojen içeriği ise atık gaz içerisinde asidik formların oluşmasına sebep olacaklardır. Böyle durumlarda, ekipmanları asitten koruma maliyeti ile alternatif başka bir teknolojinin seçimi arasındaki maliyet analizi yapılmalıdır.

Radyoaktif atıklara baktığımızda ise bu tür atıkların imhası için geliştirilmiş insinaretörler olmakla birlikte eğer dizayn bu amaçla yapılmamışsa radyoaktif madde içeren atıklar yakmaya alınmamalıdır. Yanmanın en önemli parametresi olan kalorifik değer, gerek ve yeter seviyede sağlanamamışsa yakma pratik bir yöntem olmaktan çıkar.

3.1.3. Kalorifik Değerin Ölçülmesi

Kalorifik değer tespitinde en yaygın olarak kullanılan ekipman, oksijen bombardımanlı kalorimetredir. Bu enstrumanda, genellikle 1 gram olan numune, kapalı ve saf oksijenli bir atmosferde bir elektrik teli ile tutuşturulur. Numunenin yanması sonucu çıkan ısı, bombardıman kabını saran bir su banyosunu ısıtır. Suyun sıcaklık değişimi ölçülür ve yanma ısısı bu sıcaklık artışından hesaplanır.

(Brunner, C.R., 1991. Handbook of Incineration Systems, Mc Graw-Hill, Inc., New York.)

Çok çeşitli atıkların oluşturduğu bir atık kütlesi söz konusu olduğunda bu analiz yöntemi sık sık elverişsiz olmaktadır. Değişik deşarjların toplandığı bir endüstriyel atıksu arıtma tesisinden çıkan arıtma çamurunun yalnızca 1 gramı bütün kütlenin eşdeğeri bir numune olamayacaktır.

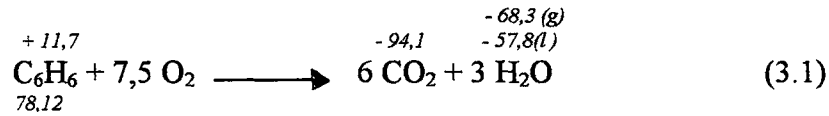
3.1.4. Entalpi

Bir maddenin 1 kg.'ının yanması için gerekli ısı miktarını entalpi (ΔH_f) olarak tanımlarsak, ısı üreten bir reaksiyon negatif işaretli olup, exotermik reaksiyon adını alır. Reaksiyon ısı absorblarsa pozitif işaretlidir ve endotermiktir. ΔH_f değerleri kullanılarak, yanma ısı hesaplanabilir. Bir maddenin yanma ısı, maddenin tamamen yanması sonucunda açığa çıkarttığı ısıya eşittir. Tablo 3.1'de tipik bir yanma için hesaplanmış stoikiometrik değerler verilmiştir.

Tablo 3.1 Tipik Yanma Stoikiometrik Değerleri

kJ	kg hava/ 10 MJ	kg gaz/ 10 MJ	kg H ₂ O/ 10 MJ	C	H ₂	S	O ₂	N ₂
10000	1.3361	1.2086	0.1274	0.165	0.031	0.01	0.012	0.781
14000	1.8984	1.7362	0.1622	0.251	0.040	0.01	0.021	0.678
20000	2.7419	2.5275	0.2144	0.053	0.053	0.01	0.033	0.524
24000	3.3043	3.0551	0.2492	0.466	0.062	0.01	0.041	0.421
30000	4.1478	3.8464	0.3014	0.595	0.074	0.01	0.053	0.267
34000	4.7101	4.3739	0.3362	0.681	0.083	0.01	0.062	0.164
40000	5.5536	5.1653	0.3884	0.810	0.096	0.01	0.074	0.010

Yanma ısı kullanılarak kalorifik değerin hesaplamasını benzenin yanma reaksiyonu ile örnekleyebiliriz.



Eşitliğin üst tarafında entalpi değerleri, altta ise molekül ağırlıkları verilmiştir. Oluşan suyun buhar formunda açığa çıktığı farzedilerek, entalpi değerlerinin mol değerleri ile çarpılması sonucu denklemin entalpisi şu şekilde hesaplanmaktadır.

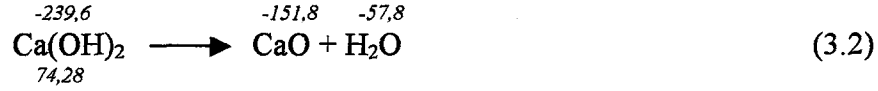
$$\begin{array}{lll}
 \Delta H_f & \text{H}_2\text{O (g)} & -57,8 * 3 = -173,4 \\
 \Delta H_f & \text{CO}_2 & -94,1 * 6 = -564,6 \\
 \Delta H_f & \text{C}_6\text{H}_6 & (-) \quad 11,7 * 1 = 11,7
 \end{array}$$

$$\Sigma \Delta H_f = -749,7 \text{ kcal / mol}$$

Benzenin 1 gramının kalorifik değeri $(-749,7 \text{ kcal / mol}) / (78,12 \text{ g / mol}) = -9.6 \text{ kcal / g}$ olarak bulunur. Denklemden oluşan su, buhar yerine sıvı olarak alınırsa, kalorifik değer aynı yöntemle -10 kcal / g bulunacaktır.

Kalorifik değerin negatif olduğu, dolayısıyla reaksiyonun exotermik yani ısı açığa çıkaran bir reaksiyon olduğu görülmektedir.

Yukarıda açıklanan yöntemle fırının içinde kül oluşumundan kaynaklanan ısı kayıplarının hesaplanması mümkündür. Örneğin kalsiyumdan kaynaklanabilecek ısı kayıplarının şu şekilde hesaplayabiliriz.



ΔH_f	$\text{H}_2\text{O(g)}$	-57,8
ΔH_f	CaO	-151,8
ΔH_f	Ca(OH)_2	(-) -239,6

$\Sigma \Delta H_f = 30,1 \text{ kcal / mol}$ ve 1 gramın kalorifik değeri $0,4 \text{ kcal / g}$ dir.

Çıkan değerin pozitif oluşu bize reaksiyonun endotermik olduğunu, bir yanma reaksiyonunda kalsiyumun varlığına rastlandığı zaman fırın sıcaklığından kayıp olacağını göstermektedir.

3.2. Yanma Prensipleri

Yanma, oksidasyon ile, karbonlu maddenin dekompozisyonu olarak tanımlanabilir. Yanma sonucunda oluşan ana ürünler CO_2 , su, kül ve ısıdır. Bunlara ilaveten sülfür ve azot bileşikler, halojenler, çeşitli ağır metaller gibi çevresel önem taşıyan yan ürünler de üretilir.

Önceden de belirtildiği gibi atıkların karakterlerinin belirlenmesi tam olarak mümkün olmadığından, atığın yanması esnasında bazı kabuller yapmak gerekmektedir. Bunlar:

- Bütün oksijenin, H_2 ile birleşerek su buharına dönüştüğü;
- Bütün klorun veya florun, HCl veya HF 'ye dönüştüğü;

- Karbonun tamamının CO_2 'e dönüştüğü;
- Kükürdün tamamının SO_2 'e dönüştüğü;
- Alkali metallerin metaloksitlere dönüştüğü;
- Alkali olmayan metallerin oksitlere dönüştüğü;
- Azotun ise iki atomlu moleküllere dönüştüğüdür.

Yanma yüksek sıcaklıklı bir prosestir. Yanma sonucu oluşan ısının bir kısmı yanma ürünlerinde kalır, bir kısmı ise kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon ile sistem ekipmanlarına taşınır, kalanı ise yakıtın tutuşması için kullanılır.

Verimli bir yanmanın gerçekleşmesi için temel gereksinim yakıtın (atığın) ve havanın, tutuşma ve yanmanın sağlanabileceği uygun oran ve şartlarda karışımıdır. Gazlar, likitler ve pulvarize olmuş yakıtlarda bu karışım daha kolay sağlanabilmektedir. Katı atıklarda farklılık gösteren fiziksel ve kimyasal özellikler bunu zorlaştırmaktadır. Gerekli hava ihtiyacının doğru tespiti yanmayı direkt olarak etkileyecektir.

Atığın yakılması genel parametreler içermesine rağmen, heterojen yapısından dolayı daha karmaşık bir hal alır. En zorlu faktörler atığın içerdiği yanmayan maddeler ve yüksek nem oranıdır. Bu ise belirlenen oranlarda hazırlanmış olan menünün çok iyi bir ön karışımını gerektirir. Bunun sonucunda ise minimum neme ve maksimum yanabilirliğe ulaşılmalıdır. Aksi halde yardımcı yakıt ihtiyacı artacaktır.

Karıştırma işleminden sonra atığın kurutulması ve tutuşma sıcaklığına yükseltilmesi gerekir. Bu noktada, yanmayı desteklemek için yeterli hava temin edilmelidir. Hava ve atık, devinim prensibine göre karıştırılmalıdır. Prosesi olması gerektiği şekilde tamamlamak ve atıktan alınabilecek ısıyı açığa çıkartmak için proses kontrolü sürekli yapılmalıdır.

Kurutma işlemi, fırın dışında yapılabileceği gibi çoğu modern insineratörlerde dizayndan dolayı fırın içerisinde yapılmaktadır. Fırın içerisine verilen hava türbülans yardımı ile evaporasyonu sağlar. Termal kurutma prosesinin etkinliği 3 madde ile özetlenmiştir.

- Atık kütlesi içindeki nem dağılımı, yüzeylerin ısıtılmış gaza maksimum maruz kalmasını sağlar.
- Hızlı bir kurutma için büyük ısı farklılıkları, yüksek gaz sıcaklıkları gerekmektedir.

- Evaporasyonun verimli olabilmesi için partikül boyutları olabildiğince küçük olmalıdır.

Atıklar büyük ölçüde çeşitlilik göstermelerinin yanı sıra, spesifik özelliğe sahip olanlar da vardır. Fikir sahibi olabilmek için yanma esnasında açığa çıkan ısı (4. Kolon-kWh/kg)ve gerekli hava (5. Kolon-kg/kg yakıt) miktarları Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Dizaynın son aşaması, beklenen en yüksek avaraj ısı değerine göre tasarlanmalıdır, aksi halde boyutlar küçük kalabilir.

Tablo 3.2. Yanma Eşitlikleri

				Çıkan Isı KWh/kg	Gerekli Hava Kg/kg yakıt
Karbon	12	$C + O_2 \longrightarrow CO_2$		9.12	11.52
Hidrojen	2	$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$		39.50	34.50
Kükürt	32	$S + O_2 \longrightarrow SO_2$		2.59	4.32
Hidrojen sülfat	34	$H_2S + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow SO_2 + H_2O$		4.59	3.10
Metan	16	$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$		15.44	17.28
Etan	30	$C_2H_6 + \frac{7}{2} O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$		15.08	16.12
Propan	44	$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$		14.00	15.68
Bütan	58	$C_4H_{10} + \frac{13}{2} O_2 \longrightarrow 4CO_2 + H_2O$		13.77	15.48
Pentan	72	$C_5H_{12} + 8O_2 \longrightarrow 5CO_2 + 6H_2O$		13.63	15.38

Atık yakma prosesinde yanmayı daha iyi anlayabilmemiz için bir insineratörü analiz edebiliriz. (Cheremisinoff, P.N., 1992. Waste Incineration Handbook, Butterworth-Heinemann, Oxford.)

3.3. İnsineratör Analizi

Bütün insineratörler, atığın yanabilir kısmını imha edecek şartları oluşturabilmek için hava ve ısı kullanırlar. Temelde hesaplamalar aynı prensip ve kabullerle yapılır.

3.3.1. Yanma Özellikleri

Yanma verimi, 3 ana faktörün kombinasyonu ile ilgilidir. Bu faktörler “3T prensibi” dediğimiz zaman, türbülans ve sıcaklıktır. Bunlar;

- Fırın içerisindeki sıcaklık,

- Yanma ürünlerinin fırın sıcaklığındaki kalış süresi,
- Fırın içerisindeki türbülansdır.

Genel olarak, katı veya sıvı fazdaki bir madde yanma gerçekleşmeden önce gaz faza dönüştürülmelidir. Bir kibritin yanmasını örnek alacak olursak, alev direkt olarak katı maddeden yükselmez. Katı kısım ile alev arasında, yanma gerçekleşmeden önce yakıtın gazlaştığı ve yanma havası ile karıştığı bir bölge mevcuttur ve yanma bu bölgeden sonra gerçekleşir. İşte bu 3 ana faktör, katı ve sıvı yakıtın / atığın gaz faza dönüşme hızını kontrol eder.

3.3.1.1. Alev Özellikleri

Alev: Yanma reaksiyonlarının meydana geldiği bölgedir.

Alev Ucu: Yanmanın başladığı yerdir; hava-yakıt karışımı ile yanma ürünleri arasında bir ayırma hattı oluşturur.

Alev Hızı: Tutuşma hızı veya yayılma oranı da denir.

- Alev sabit ise, ucu da sabittir ve hava -yakıt karışımının enjekte edilme hızı ile aynı hızdadır.
- Hava-yakıt karışımı çok hızlı ise alev sönebilir.

- Hava-yakıt karışımı çok yavaş ise alev brülörün başlangıç ucuna doğru kaçacaktır.

Alev Sıcaklığı: Teorik sıcaklıkda ısı kaybının olmadığı yani yanma ürünlerinin entalpisinin reaktanların entalpisine eşit olduğunu kabul eder. Fakat pratikteki sıcaklık teoridekinden daha düşüktür. Bu farkın sebepleri ise şunlardır:

- Radyasyon Kayıpları: Brülör alevinden % 12-18 oranındaki radyasyon kaybı;
- Konveksiyon Kayıpları: Beslenen yakıtın/atığın ve yanma ürünlerinin emdiği ısı;
- Hava fazlasının süpürdüğü ısı;
- Kondüksiyon Kayıpları: Fırın cidarına çarpan maddelerin yarattığı kayıp;
- Teorik kalorifik değerin tamamen açığa çıkamaması;
- Gazların dissasiyasyonunda emilmesi,

Fırının alev sıcaklığı, minimum hava fazlası kullanımı, havanın önceden ısıtılması veya oksijeni zenginleştirilmiş hava verilmesi ile pratikte olabildiğince yükseltilebilir. Katı atık insineratörlerinin 650-1100°C’da işletildikleri, organik maddelerin 260°C’ın altında sağlıklı yanamayacakları hatırlanmalıdır. Daha düşük sıcaklıklarda eksik yanma gerçekleşecektir.

3.3.1.2. Fırın Sıcaklığı

Fırın sıcaklığı, yakıtın/atığın kalorifik değerinin, fırın dizaynının, hava miktarının ve yanma kontrolünün bir fonksiyonudur. Fırının minimum sıcaklığı, atığın tutuşma sıcaklığından büyük olmalıdır. Maksimum sıcaklık ise imalatta kullanılan madde özelliklerine bağlıdır. 1300°C'ın üzerinde yürütülen operasyonlarda özel malzemelere ihtiyaç vardır.

Yanma reaksiyonları artan fırın sıcaklığı ile hızlanırlar. Fırının inşaaı yapıldıktan sonra sadece sıcaklık değıştirilebilir bir büyüklük olacaktır. Türbölans ve zaman fırın dizaynı ile sabittir ancak çok düşük oranlarda değıştirilebilirler.

Fırın sıcaklığının kontrolü temel olarak hava fazlası ve ısı transferi ile ilişkilidir. Hava fazlasının kontrolü tamamen otomatik veya sürekli gözlem şartı ile manuel olarak yapılmalıdır. Üretilen sıcaklık, içeri verilen hava ve yakıt özelliklerinin direkt fonksiyonudur. Isı absorblayan maddelerin fırına beslenmeleri ile sıcaklık düşecektir. Bu yüzden beslenen atık özellikleri gözönünde tutulmalıdır.

3.3.1.3. Fırın Gaz Türbölansı

Türbölans, yakıtın ve fırın içerisindeki yanma havasının fiziksel ilişkisine bağlı bir tanımlamadır. Yüksek türbölans, iyi bir hava-yakıt karışımı gerektirir. Yanma verimi, yakıtın yüzey alanı ve havanın teması ile ilgilidir. Yakıtın iyi pulvarize edilmesi, partikülleri dolayısı ile yüzey alanını arttıracaktır. Türbölans ise yakıtın buharlaşmasını sağlayarak yüzey alanının artmasına yardım eder. Ayrıca iyi bir türbölans hava ile yakıtı hızlı bir şekilde temasa getirerek hızlı bir yanma sağlar ve beklenen ısıyı açığa çıkmasını çabuklaştırır.

Hava fazlası ihtiyacı olmayan ve duman üretmeyen bir brölör, türbölans faktörü % 100 olan, mükemmel türbölansa sahiptir denir. Örnek olarak dumansız bir ortam yaratmak için % 15 hava fazlasına ihtiyaç olduğunu farzederek, türbölans faktörü Formül 3.1.'den şu şekilde hesaplanır.

$$\begin{aligned}\text{Türbölans faktörü} &= (\text{Stokiometrik hava} / \text{toplam hava}) * 100 \% \\ &= (1 / 1,15) * 100 \% = \%87\end{aligned}\tag{3.1}$$

3.3.1.4. Kalış Süresi

Yanma derhal gerçekleşen bir reaksiyon değildir. Yakıt ve yanabilir gazların gerekli süre dahilinde tamamen yanabilmelerine olanak sağlayacak boyutlarda bir alan tedarik edilmelidir. Kalış süresi veya bekletme süresi denen bu faktör, fırın sıcaklığı, türbülans derecesi ve yakıt partikül boyutunun bir fonksiyonudur. Saniye veya dakika bazında olabilir.

3.3.2. Kütle Dengesi

Bir insineratöre giren ve insineratörü terkeden ürünlerin kütlelerinin birbirine eşit olması gerekir. Giren kütle, atık, yardımcı yakıt ve içerisindeki nem dahil olmak üzere havayı kapsar. Çıkan kütle ise, nem, kuru gaz, toplanan cüruf, kül ve bacadan uçucu halde çıkan külü içerir. Tablo 3.3’de örnek olarak döner fırın kullanılan bir insineratörün kütle dengesi incelenmiştir. Verilen kriterler şunlardır:

- Klorla kontamine olmuş endüstriyel katı atık ve organik sıvı atık yakılacaktır;
- Tesis, 907 kg/h katı, 215 kg/h sıvı atık yakabilecek şekilde dizayn edilecektir;
- Organik sıvıların parçalanabilmesi için minimum 2 saniye bekletme süreli ve 1200°C sıcaklıkta ikinci bir yanma odasına (İYO) ihtiyaç vardır.
- Yanmayı desteklemek amacı ile 2 numara fuel-oil kullanılacaktır.

3.3.3. Isı Dengesi

Kütle gibi ısı da sistemde korunur. Sisteme giren ve sistemden çıkan ısı miktarı birbirine eşittir. Tablo 3.4.’de kütle dengesi çıkartılmış olan insineratörün ısı dengesi gösterilmiştir. Isı dengesi insineratör çıkış sıcaklığı, çıkış gaz akışı, yardımcı yakıt ihtiyacı ve gerekli toplam havanın tayinidir.

Kütle dengesi örneğinde hesaplanan, toplam ısı miktarının ne kadarının egzost gaz içerisinde bulunduğu tespit edilebilirse, egzost gazın sıcaklığı bulunabilir. Eğer hesaplanan sıcaklık, istenen sıcaklığa eşitse, proses autogenoustur ve sistemde yardımcı yakıt ihtiyacı gerekmiyor demektir. İstenen sıcaklık, pratikteki sıcaklıktan düşük ise, sisteme ilave hava verilmelidir. Aktüel değer istenen sıcaklıktan düşük ise yakıt ilavesi yapılmalıdır. (Brunner, C.R.,1991. Handbook of Incineration Systems, McGraw-Hill, Inc., New York.)

Tablo 3.3 Bir İnsineratördeki Kütle Dengesi

	Döner Fırın	İ.Y.O.
Toplam atık besleme, kg/h	907	215
Nem, %	25	
kg/h	226,75	
Kuru atık besleme, kg/h	680,25	215
Kül, %	13.3	
kg/h	90.7	
Uçucu madde, kg/h	589.55	215
Uçucu madde kalorifik değeri, kJ/kg	23.260	46.915
Kuru gaz, kg/10000 kcal	3.22	2,79
kg/h	4416	2814
Yanma H ₂ O'su, kg/10000kcal	0,219	0,275
kg/h	300	277
Kuru gaz + yanma H ₂ O'su, kg/h	4716	3091
Stokiometrik hava, kg/h	4126	2876
Toplam hava oranı	2,5	1,1
Toplam hava, kg/h	10.315	3164
Hava fazlası, kg/h	6189	288
Nem / kuru hava, kg/kg	0,01	0,01
Nem, kg/h	103	29
Toplam H ₂ O, kg/h	630	306
Toplam kuru gaz, kg/h	10.605	3102

Tablo 3.4 Bir İnsineratördeki Isı Dengesi

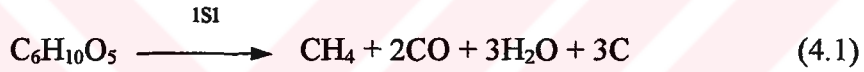
	Döner Fırın	İ.Y.O.
Harcanan soğutma havası, kg/h °C kcal/kg Mkcal/h		
Kül, kg/h	90,7	
Radyasyon, % MJ/h	1,1 0,151	2 0,202
Nem, kg/h	103	13
Düzeltilme faktörü, Mkcal/h	- 0,232	-0,029
Toplam ısı kaybı, MJ/h	-0,039	0,173
Sisteme giren toplam ısı, MJ/h	13,713	10,087
Sistemden çıkan toplam ısı, MJ/h	13,674	9,914
Kuru gaz, kg/h	10.605	3102
H ₂ O, kg/h	630	306
Sıcaklık, °C	943	
İstenen sıcaklık, °C MJ/h	1200 17,377	
Net, MJ/h	3,876	
Yakıt hava sabiti	1,1	
Beslenmesi gereken yakıt miktarı, lt/h	250	
Yakıt için gerekli hava, kg/h	3434	
Kuru gaz, kg/h	3448	
Yakıttan kaynaklanan H ₂ O, kg/h	888	
Yakıttan kaynaklanan kuru gaz, kg/h	14.053	
Yakıttan kaynaklanan hava, kg/h	13.749	
H ₂ O, kg/h	258	
Çıkış ısısı, MJ/h	23,299	
Referans sıcaklık, °C	0	0

4. ATIK YAKMA PROSESLERİ VE İNSİNERATÖR TİPLERİ

Bu bölümde endüstriyel atıkların termal olarak dekompozizasyonunda kullanılan atık yakma prosesleri ve insineratör tipleri anlatılmıştır.

4.1. Proliz

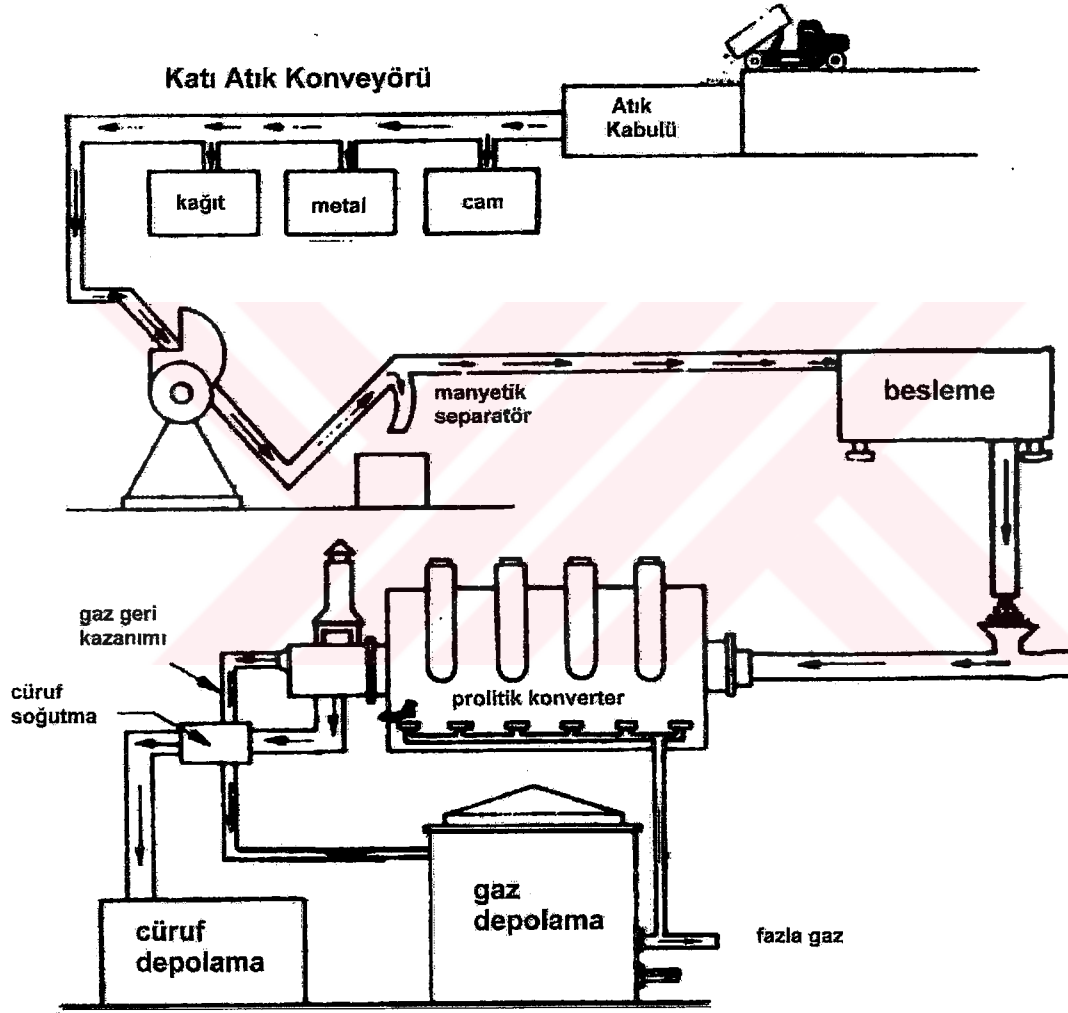
Proliz, oksidasyona veya yanmaya bağlı, ısıнын varolduğu, stokiometrik oksijenin varolmadığı termal bir prostestir. Reaksiyon endotermik olduğundan ısı ilavesi gerekir. Selülozu örnek vererek bir proliz reaksiyonunu yazacak olursak:



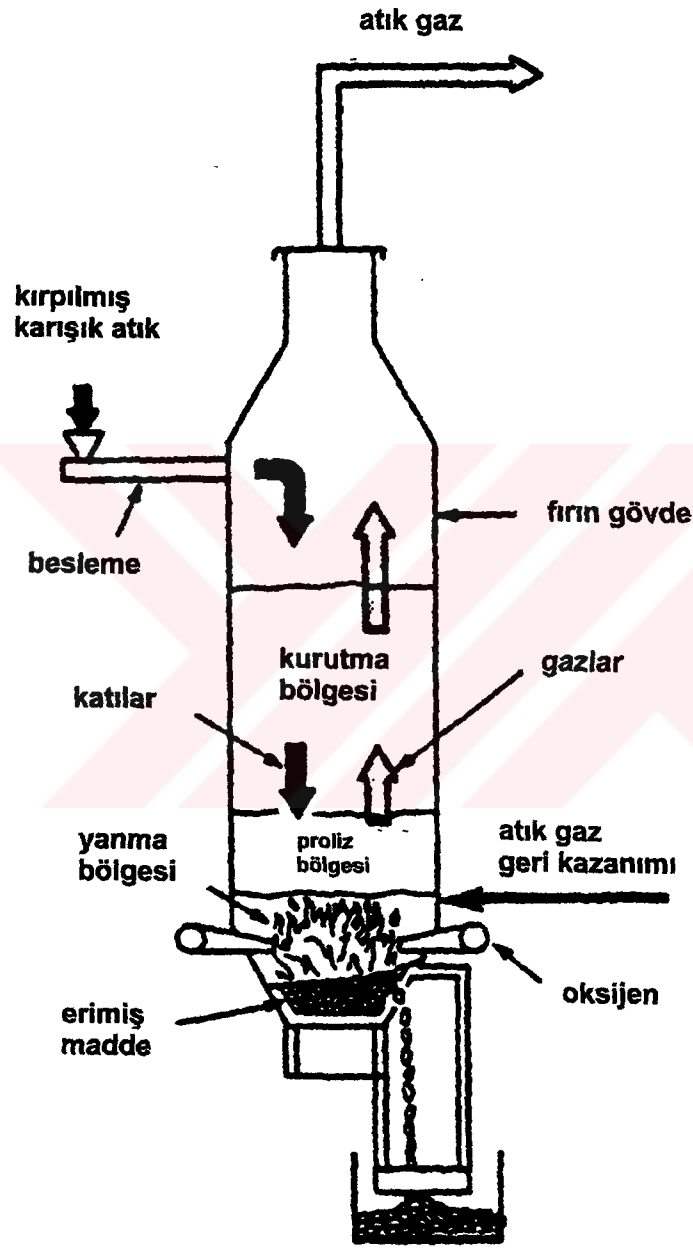
Denklemdе, metan, karbonmonoksit ve nem içeren bir gaz üretimi olduğu görülür. Karbon monoksit, karbon ve metan yanabilir özellikte olup, atık gazın kalorifik değeriini arttıırırlar. Bu ideal bir reaksiyondur, oksijen ilavesi yoktur ve orijinal madde tamamen saftır. Genellikle ana madde saf olmaz ve gerek organik gerekse inorganik bileşikler içerebilir. Atık gaz, birçok basit ve kompleks organik maddenin karışımıdır. Normal yakmada stokiometrik değerin % 40-100'ü oranında hava fazlasına ihtiyaç varken proliz esnasında havasız indirekt bir termal proses sağlanmış olur. Her ne kadar havasız bir proses olsa da prolizde yanma stoikiometrik ihtiyacın altında bir hava kullanımı gerçekleşir. Atık organik maddeler, distilasyon ve buharlaştırma sonucu fırından deşarj edilebilecek yanma gazı formuna dönüşürler. Proses için gerekli ısı, proliz gazlarının ve karbon elementinin yanmasından sağlanır. Yanma gazının tam okside olmamış kısmı, ikinci bir fırında yakıldıktan sonra konvansiyonel kazan teknolojisi kullanılarak ısı geri kazanımında kullanılır.

Prolizde, fırın külündeki karbon miktarı, normal yanmaya oranla daha yüksektir. Sistem, atık maddenin yüksek kalorifik değere sahip olması durumunda kullanılır. Yüksek kalorifik değeri autogenous çamurların oksijensiz şartlarda daha iyi işlenmeleri buna bir örnektir. Evsel atıkların prolizi sonucu oluşan atık gaz

örnek Tablo 4.1.'de verilmiştir. Şekil 4.1. ve 4.2.'de ise atık uzaklaştırmada kullanılan bir proliz prosesi ile proliz reaktörü gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Karışık Atıkların Uzaklaştırılmasında Proliz Prosesi



Şekil 4.2. Proliz Reaktörü

Tablo 4.1. Evsel Atık Prolizi Sonucundaki Gaz Kompozisyonu

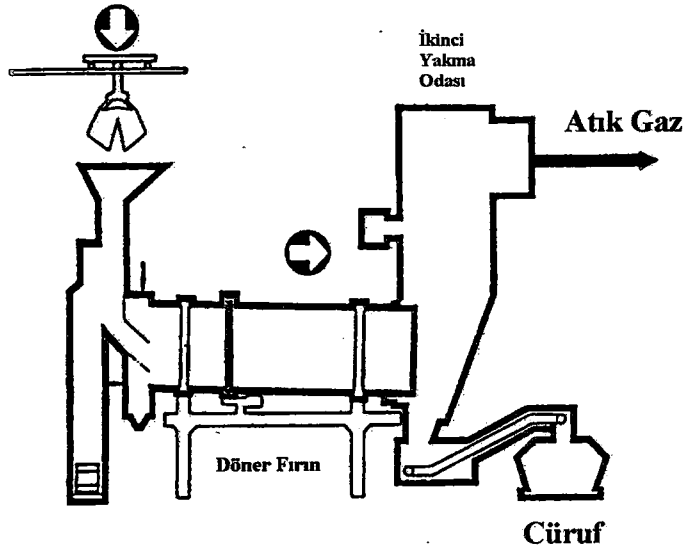
% Hacim olarak Gaz Kompozisyonu	Proliz Reaksiyon Sıcaklıkları (°C)			
	490	650	800	900
Karbon monoksit	33.6	30.5	34.1	35.3
Karbon dioksit	44.8	31.8	20.6	18.3
Hidrojen	5.6	16.5	28.6	32.4
Metan	12.5	15.9	13.7	10.5
Etan	3.0	3.1	0.8	1.1
Etilen	0.5	2.2	2.2	2.4

4.2. Döner Fırınlr

Döner fırınlar termal atık uzaklaştırma sistemlerinin en evrensel olanıdır. Katı, çamur, sıvı ve gaz atıkların uzaklaştırılmasında geniş bir yelpazede kullanılırlar. Atıkların yakılmasında kullanılan bir döner fırın sistemi Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Şekilde, atık besleme bölümleri, fırının kendisi, organik maddelerin imhasını kolaylaştıran ikinci yanma odası ve cüruf toplama sistemi görülmektedir. İkinci yanma odasından çıkan gaz, emisyon kontrolünün yapıldığı gaz temizleme ekipmanlarına yönelir. Gazın, fırından bacaya ve atmosfere çıkışına kadar olan hareketini yönlendirmek amacı ile bir çekiş fanı (ID fan = induced draft fan) kullanılır.

Sistemde sızmaların olabileceği yerler mevcuttur. Örneğin, besleme noktalarının sızdırmazlığı tamamı ile sağlanamaz; ayrıca sağlansalar dahi potansiyel sızma noktalarıdır. Külün, sıcak ve kirli gazın, sistemden sızmasını önlemek için sistem negatif basınç altında tutulur. ID fan, bahsedilen negatif basıncı sağlayabilecek ölçülerde boyutlandırılır; böylece sistemdeki sızıntılar kontrol altına alınmış olur.

Döner fırın, iç cidarı ısı izolasyonunu sağlayıcı ateş tuğlaları ile döşenmiş, yatay eksenli etrafında dönen yatay bir silindirdir. Dönüş hareketi atık ile yanma havasının karışımını sağlar. Bir uçtan beslenen atık zaman içerisinde cürufa dönüşmüş olarak diğer uçtan çıkacaktır. Fırın dönüş hızı ayarlanabilir ve fırının içine türbülansa katkıda bulunmak ve atığı daha iyi karıştırmak için yardımcı kanatlar monte edilebilir. Bu kanatlar dikkatli seçilmeli yüksek nem içeren toprak kıvamlı atıkların kanatlara yapışıp amacı ters etkileyebileceği gözden kaçırılmamalıdır.



Şekil 4.3. Döner Fırın Şematik Gösterim

Fırın, en az iki tahriksiz ve bir dişli kasnak üzerine oturtulur. Dişli kasnak tahrik motoru sayesinde fırının dönüşünü sağlar. Yatayla açılı olacak şekilde yerleştirilen fırının eğimli oluşundan dolayı yataydaki hareketini kontrol eden bir motoru daha mevcuttur ve yer değiştirmelerde devreye girerek fırının ileri geri hareketini sağlamaktadır. Bu yerdeğiştirme santimetre derecesindedir. Fırın eğimi % 2-4, uzunluk:çap oranı ise 2:1 'den 10:1'e kadar olan aralıktan seçilebilir.

Fırını, işletme sıcaklığına ulaştırmak ve bu sıcaklığı korumak için bir ısı kaynağına ihtiyaç vardır. Bu amaç için kullanılan yardımcı yakıtın brülörlerden fırının içine enjekte edilerek tutuşması sağlanır ve akış kontrollü olarak yanma devam ettirilir. Bu brülörler sıvı atık brülörleri olarak da kullanılabilirler. Döner fırınların işletme sıcaklığı 820-1650°C dır.

Fırındaki egzost gaz akışı ise atık akış yönü ile aynı olduğunda paralel akışlı adını alır. Çapraz akışlı fırınlarda ise bu iki akış birbirine ters yönde olur. Çapraz akışın kullanıldığı sulu atık yakan insineratörlerde atık, fırının bitiş ucundan yani brülörlere uzak uçtan beslenir. Böylece fırından çıkan gazlar atığı kurutacaklardır. Eğer sulu atık fırının başlangıç ucundan beslenirse buharlaşma bu noktada olacak , sıcaklık düşecek ve ısıtma için daha uzun fırın boyu gerekecektir. Uçucu gazlar için ise paralel akışlı fırınlar seçilmelidir. Atığın fırın içinde kalış süresi fırın geometrisi ve hızının bir fonksiyonudur. Bu ilişki Denklem 4.1.'de gösterilmiştir.

$$t = 2.28 * (L/D) / (S * N) \quad (4.1)$$

Bu denklemde t, dakika cinsinden kalış süresi; L/D, iç uzunluğun iç çapa oranı; N, devir; S ise eğimi ifade eder. Hızın artırılması kalış süresini azaltacak; eğimin azaltılması ise kalış süresini arttıracaktır. Verilen eşitlik katılar ve diğer maddelerin fırın içerisinde kalış süresinin hesabında kullanılır; egzost gazın kalış süresi ise ısı dengesi ve atık gaz analizleri ile hesaplanır.

Verimli bir operasyon için istenmeyen hava akışlarının içeri girmesinin önlenmesi yani fırının sızdırmazlığının sağlanması gerekmektedir; bu ise oldukça zor ve önemli bir konudur. İstenmeyen bu hava akışları fazla yakıt tüketimine sebep olacaktır.

Sıvı atık injeksiyonu ise kalorifik değere bağlı olarak genellikle yakıt brülörünün alevinin içine yapılır. Böylece hem iyi bir yanma sağlanır hem de yüksek kalorifik değer içeren atıkların varlığında yakıt ihtiyacı azaltılmış olur. Sulu atıklar ise yakıt alevinin altına injekte edilmelidirler. Aksi halde alevi söndürecek ve sıcaklığı engelleyeceklerdir.

4.2.1. Sistem Seçimi

Organik maddelerin bozunmalarının tam anlamı ile olabilmesi için daha yüksek sıcaklıklı ikinci bir ortama ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaca cevap veren ikinci yanma odasında döner fırından çıkan gazların burayı ısıtmaları sonucu daha yüksek bir sıcaklık sağlanmış olur. Sıcaklığın daha da yükseltilmesi gerekliliği halinde ise mevcut olan brülör/ler devreye alınmalıdır.

Döner fırınlar tasarım şartları içinde kalmak koşulu ile, çok değişik tipte atık yakabilirler. Döner fırınlara ait avantaj ve dezavantajlar şu şekilde özetlenmiştir.

Avantajlar:

- . Çok çeşitli atık yakabilirler;
- . Atıkların ön işlemten geçirilme ihtiyacı minimumdur;
- . Metal fiçılarla direkt besleme yapılabilir;
- . Birden fazla besleme mekanizması kullanılabilir;
- . Atığın fırında kalma süresi kontrol edilebilir;
- . Yüksek türbülans ve hava ile maksimum temas sağlanabilir;
- . Aynı anda birden fazla çeşit atık yakılabilir.

Dezavantajlar:

- . Atık gaz içerisinde partiküler madde taşınımı fazla miktardadır.
- . Organik gazların imhası için ikinci yanma odası gerekliliği vardır;
- . Fırın boyunca şartların kontrolü zayıftır;
- . Hava fazlası ihtiyacı yüksek değerdedir;
- . Cüruf deşarjı esnasında önemli ısı kaybı meydana gelir;
- . Etkili bir sızdırmazlığın sağlanması zor olmaktadır.

4.2.2. Ergime Modu

1100-1200°C aralığında, fırın içerisindeki kül deforme olmaya başlar, sıcaklık artışı ile ergiyerek akışkan bir hal alır. Bu fiziksel değişiklik atık içerisinde bulunan kimyasal maddelerin ve fırındaki oksijenin bir fonksiyonudur.

İşletme sırasında ergimiş halde kül ile işletilebilecek şekilde dizayn edilen fırınlar bulunmaktadır. Ergime modunda yürütülen işletme daha düşük sıcaklıktaki işletmelere oranla daha avantajlıdır. Normal operasyonda külün ergimesi istenmeyen bir durumdur.

Ergime modunda dizayn edilen fırınların inşaatları daha kompleks yapıdadır. Metal fiçileri daha kolay yakabilirler. Sıcaklık ve bekletme süresi daha uzundur. Proses kontrolü esnektir, partikül madde daha az olmasına rağmen, NO_x emisyonları fazladır. İnorganik tuz içeriği fazla olan atıkları rahat işlerler, çıkan kül nemli ve az çözünür yapıdadır. Erime modundaki fırınlarda bakım ihtiyacı daha fazladır.

Negatif eğime sahiptirler yani besleme ucu daha düşük seviyededir. Sıcaklık normal işletmeye oranla daha yüksektir. 1100°C olan normal işletme sıcaklığı bu fırınlarda 1400-1500°C aralığındadır.

4.3. Çamurların Yakılması

Atık uzaklaştırılmasında karşılaşılan problemler zamanla çamurların da yakılabilirliğini gündeme getirmiş ve bu prosesle ilgili teknolojilerin geliştirilmesine katkı sağlamıştır. Çamurların yakılmasında gözönünde bulundurulacak en önemli parametreler nem oranı, uçucu madde yüzdesi, yanamayan bileşikler ve kalorifik değerdir.

Döner fırınların çamur atık yakabilmelerinin yanısıra bu amaç için geliştirilmedikleri unutulmamalıdır. Çamurların yakılması için geliştirilmiş fırın tipleri ise aşağıda anlatılmıştır.

4.3.1. Çok Gözlü Fırın

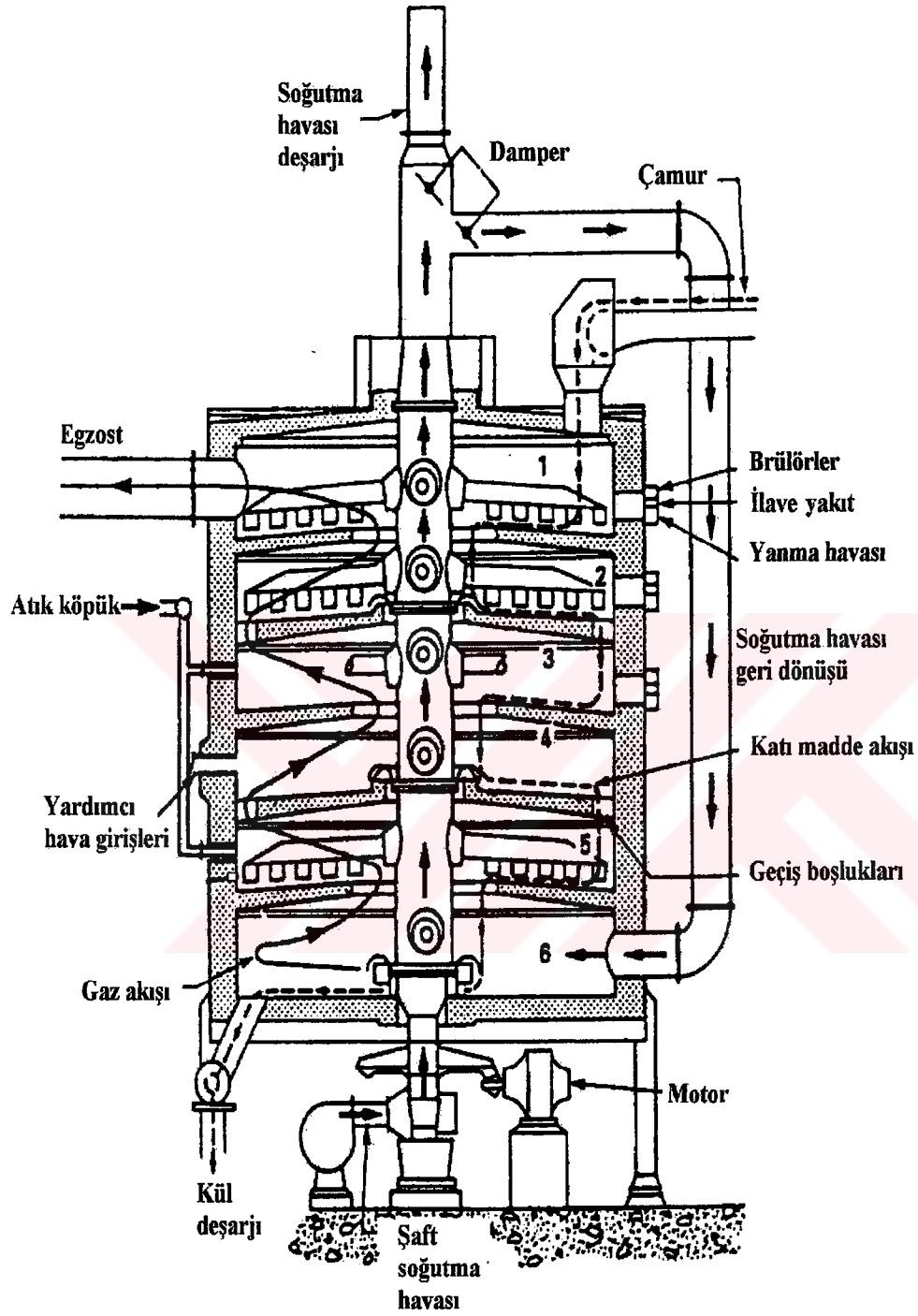
Çok gözlü fırınlar, 1900'lü yılların başında maden cevheri işlemek amacı ile geliştirilmiş, 1930'larda ise çamurların yakılmasında kullanılmaya başlamışlardır. Bu alanda en fazla kullanılan fırın tipidir. Bunlar ayrıca karbon rejenerasyonu için de kullanılırlar.

Şekil 4.4.'de gösterilmiş olan çok gözlü fırınlar içleri ateş tuğlası ile kaplı çelik yapılardır. Çapları 2-8 m., yükseklikleri ise 4-23 m. arasında değişir. Çap ve ocak sayısı, atık beslemesine, işlem zamanına ve uygulanacak termal prosesin tipine bağlıdır. Sürekli beslemenin yapıldığı fırından alınan küller bir kül silosunda toplanırlar. Çamurlar fırının üst kısmında yer alan besleme bölümünden beslenirler ve dönüşü sağlayan merkez şaft etrafında dönen fırında atıklar yukardan aşağı doğru ocaktan ocağa düşerler. Proliz yanmalarında daha fazla ocak adeti istenmesinin yanısıra, normal yanmalarda en az 6 ocak istenir.

Yakma için gerekli hava fırının alt kısmından verilir, ayrıca merkez şaftta kullanılan soğutma havası ise yine yanma havası olarak kullanılmak üzere geri döndürülür. Ortalama % 10-20 oranındaki yanmayan kısım fırını üst taraftan terk eden atık gaz ile uçucu madde olarak fırından çıkar.

Altı gözden oluşmuş tipik bir fırının üst iki gözü çamurun neminin büyük kısmını bıraktığı kurutma bölgesidir. Ortadaki iki göz hava ve gazların geçtiği, çamurun yanma sıcaklığına ulaştığı yanma bölgesidir. Çamurdaki nem oranı % 30'a düştüğünde yanma başlayacaktır. Son iki bölümde ise yanma sonucu çamurdan arda kalan kısım yanarak steril hale gelmektedir. Fırından çıkan ısı yaklaşık olarak 90000 kcal/m³'dür.

Arıtma tesisi çamurları, içerdikleri organik maddelerin çoğunluğunun imha edilebilmesi için en az 800°C sıcaklığa ve yarım saniye temas süresine ihtiyaç duyarlar. Bu sıcaklığın sağlandığına emin olabilmek için yanma bölgesinde 900°C sıcaklık korunmalıdır. Eğer çamur çok kuru ise yanma gerçekleşmeden fırını terkedecek, duman ve kokuya sebep olacak, ikinci yanma odasının yapılması, istenen bekletme süresinde kontrol edilen bir sıcaklık sağlanabilmesi için gerekli olacaktır.



Şekil 4.4. Çok Gözlü Fırın

İşleme alınacak çamurun katı madde oranı %15-50 ile sınırlıdır. % 15'nin altındaki oranlarda çamur daha sıvı karakterli olacak, istenen hareketi yapmayacaktır. % 50'nin üzerindeki oranlarda ise hareket iyice zorlaşacak, fırın içerisinde birikmeler olacaktır.

Yanma sıcaklığının sağlanabilmesi için gerekli yakıtın beslendiği brülörler ve yanma havası ekipmanları fırın duvarlarına monte edilmiştir. Herbir fırın, sıcaklık sensörleri ve kontrolörler içerir. Her gözde ise iki brülör mevcuttur. Yakıt olarak fuel-oil veya gaz kullanılır, katı yakıtların kullanılması tercih edilmeyen sonuçlar vermiştir.

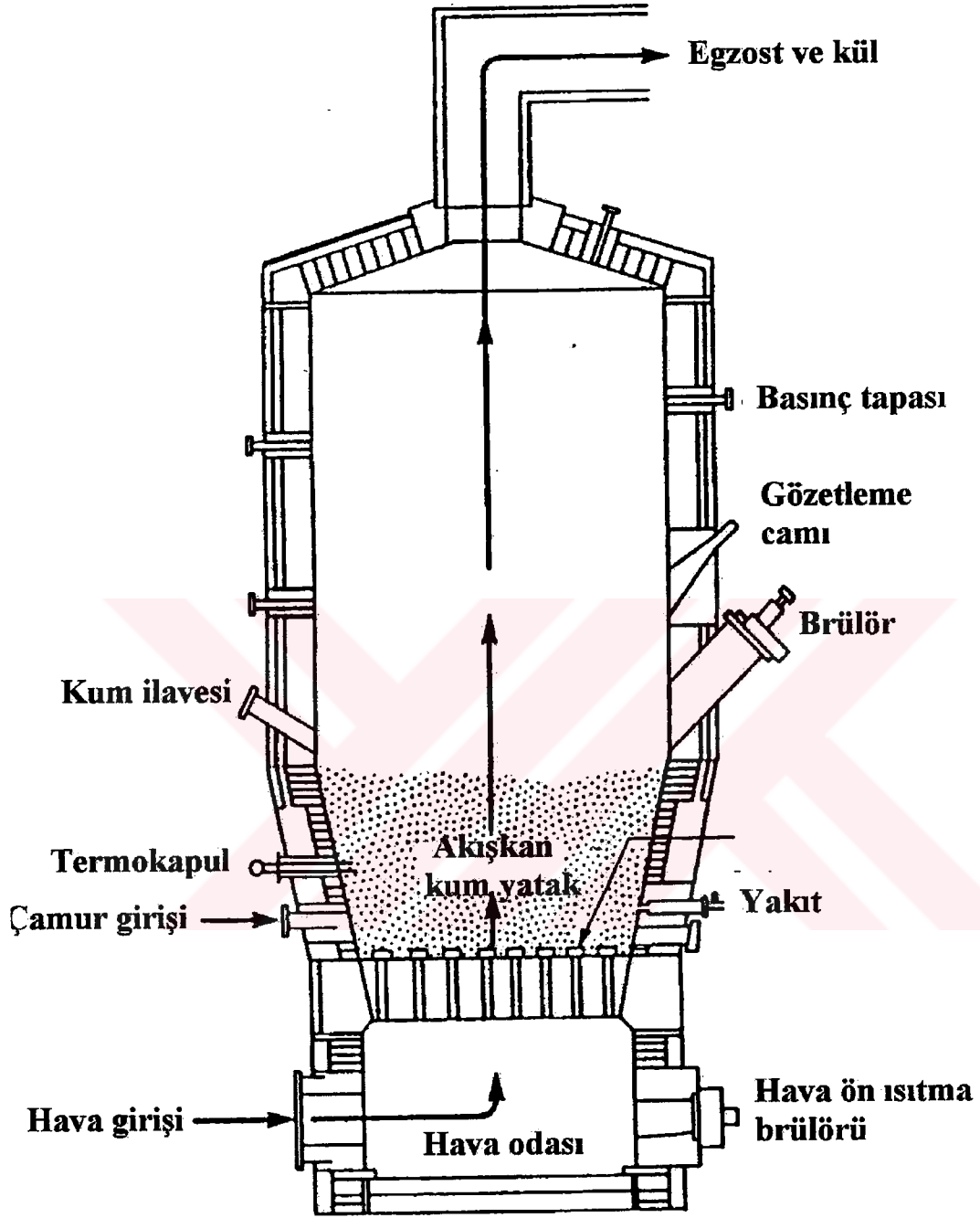
Döner fırınlarda olduğu gibi burada da sızmaların ortadan kaldırılması için sistem, negatif basınç altındadır. Yaşanan en büyük işletme problemi çekiş fanının devre dışı kalması sonucu kontrolsüz olarak fırından sızan atık gazdır.

Fırını terk eden gaz, enerji geri kazanımının yapıldığı kazana girer; sıcaklığı ortalama 35°C'a düştükten sonra gaz temizleme ekipmanlarına gönderilir. Burada içerisindeki partikül maddelerden arındırılır ve bacadan deşarj edilir.

4.3.2. Akışkan Yataklı İnsineratör

Şekil 4.5.'de gösterildiği gibi akışkan yataklı fırın içi tuğla kaplı alttan destekli silindirik bir yapıya sahiptir. Alt kısım kumdan oluşmuştur. Yanma havası ve çamur bu kumun hemen üstüne beslenir. Sistemin boyutu, çamurun nem oranına bağlıdır. Nem oranı arttıkça boyut da artacaktır. Bu yüzden % 80'nin üzerinde nem oranına sahip atıklar fırının ortasından beslenirler ve kum tabakaya ulaşınca kadar sahip oldukları nemin bir kısmını kaybederler.

Sistem, özellik olarak hava ile maksimum temasa ve yüksek bir yanma verimine imkan sağlar. Fırının kendisi temelde çok az bir kısmının hareket ettiği basit bir yapıya sahiptir. En önemli ekipmanlardan biri hava fanıdır. Fan, kum yatağını hareketlendirebilecek ve çamurun organik kısmının yanması için gerekli hava miktarını temin edebilecek kapasitede boyutlandırılır. (Brunner, C.R., 1991. Handbook of Incineration Systems, McGraw-Hill, Inc., New York.)



Şekil 4.5. Akışkan Yataklı İnsineratör

Akışkan yataklı sistemlerin bazıları negatif basınçla bazıları ise pozitif basınçla işletilirler. Yanma sonucu çıkan kül ve kumun bir kısmı atık gazla birlikte sistemi terkeder. Kaybolan bu kum miktarı ortalama olarak her 100 saatte bir % 5 olarak sisteme ilave edilir. Negatif ve pozitif basınçdaki işletme farklarını maddeleyecek olursak karşımıza şunlar çıkacaktır.

- Besleme negatif basınçta daha kolay yapılır;
- Negatif basınçta hava fanına ilave olarak çekiş fanına ihtiyaç vardır;
- Pozitif basınçta sızdırmazlığın sağlanması gerekir.

Doğru işletmenin sağlanabilmesi yakılacak maddenin özelliklerine bağlıdır. Yanamayan bir atık yatakta kalacak veya yanmadan atık gazla beraber uçucu halde fırından çıkacaktır. Örnek olarak tuzlar, genellikle yatakta birikme yaparlar. Bu da yatak kalınlığının artmasına sebep olacaktır ve tedbir alınması gereken bir durumdur. Atık gaz ile sürüklenen yanmamış kısmın arıtılabilmesi için ise gaz temizleme üniteleri bu ilave yüke göre boyutlandırılmalıdır.

Akışkan Yataklarda karşılaşılabilecek diğer bir problem de yatağın topaklanmasıdır. Bazı atık maddeler özellikle metal tuzları içerenler, yatak partiküllerinin boyutlarının büyümesine, devamında topaklanmaya sebep olurlar. Zamanla oluşan katılaşma yatağın akışkanlığını etkileyecektir. Bunların sonucunda ise akışkan yatağın verimi düşecektir.

İlk devreye alma ve sıcaklığı desteklemek amaçlı kullanılan yakıt, yatağın içine veya üst kısmına enjekte edilebilir. Hem katı hem sıvı yakıtlar kullanılabilir. Gaz yakıtlar ise iyi bir yanma vermeyecek, belirli bölgelerde ısı birikmelerine sebep olacaklardır.

Sistemdeki fazla hava ihtiyacı diğer teknolojilere oranla daha azdır. Çamurun tabiatına bağlı olarak yatak sıcaklığı 700-800°C aralığında tutulur. Temas süresi 3-6 saniye arasındadır.

Kesikli çalıştırılacak olan sistemlerde fırın pozitif basınç ile işletilir. Atığın içeri beslenmesi sırasında ise ilave bir itme kuvvetine ihtiyaç duyulur.

Uzun temas süreleri düşük sıcaklıklarda organik maddelerin bozunmalarına imkan verir. Bu da sistemde işletme kolaylıkları sağlar.

4.3.3. İnfraruj Fırınlar

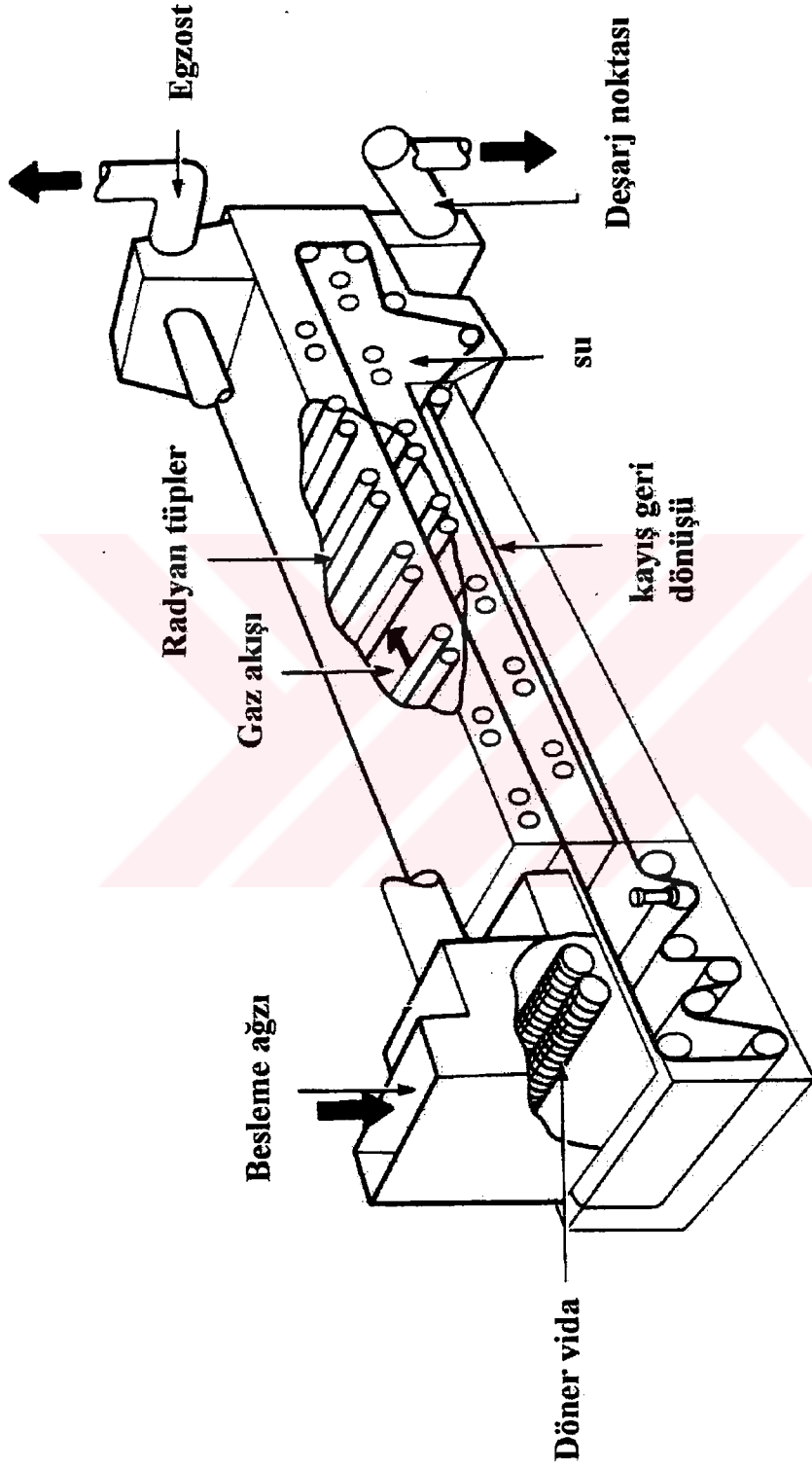
İnfraruj fırın sistemleri, uzunlamasına hareket eden konveyörden oluşmuştur. Sistem bir çekiş fanı yardımı ile negatif basınç altında tutulmaktadır. Yanma havası konveyörün boşaltma ucundan verilmekte ve yardımcı ısı elektrik enerjisi ile sağlanmaktadır. İçeri verilen soğutma havası yanma havası olarak da kullanılmaktadır. İşletme sıcaklığı 900°C'dır. Isı yalıtımı seramik tuğlalarla sağlanmakta ve diğer sistemlere oranla daha çabuk bir devreye alma gerçekleştirilebilmektedir. Çamur kendi akışkanlığı ile beslenir; tek bir besleme aparatı vardır. Konveyörün hızı çamurun verimli yanabilmesine imkan tanıyacak şekilde seçilir ve sistemde düşük seviyede partikül madde kalır. Fazla hava ihtiyacı %20-30 oranındadır. Elektrik tüketiminin fazla olmasına rağmen sistemin bazı avantajları mevcuttur. Örneğin, atık gaz içerisinde çok düşük bir oranda uçucu partikül taşınımı meydana gelir. Ayrıca ısıtmada elektrik kullanılmasından dolayı, fosil yakıtlara oranla çok daha az atık gaz açığa çıkar.

Bu fırın sistemi çoklukla organik maddelerle kirlenmiş toprak veya katıların temizliği için kullanılır. Sıcaklığın yükseltilmesi için yakıt ilavesi yapılır ve 650°C'a ulaşılması sağlanır. Yapılan bu ilave elektrik masrafını da azaltacaktır. Şekil 4.6. ve 4.7.'de infraruj fırın ve prosese ait örnekler verilmiştir.

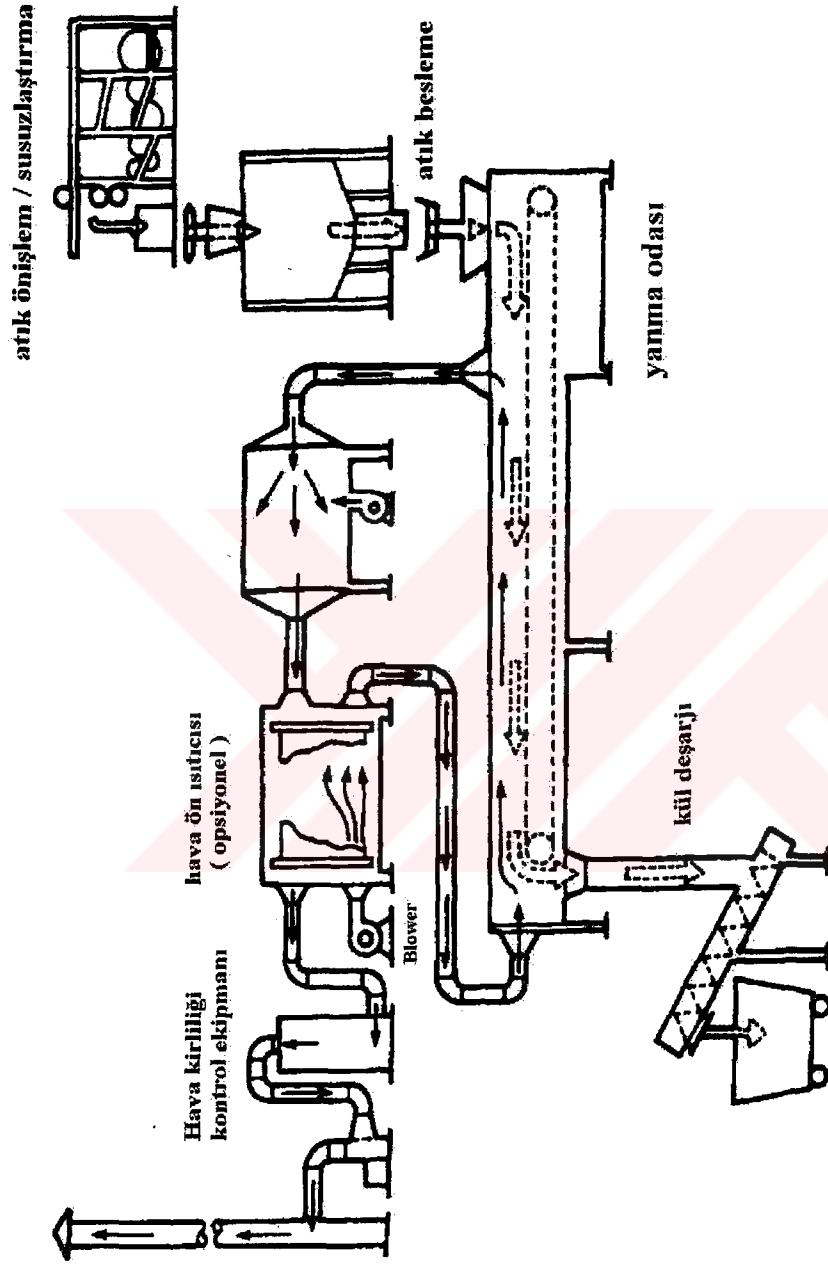
4.4. Sıvı Atıkların Yakılması

Sıvı atıkların doğaya yayılmaları, yüzey ve yeraltı sularına karışarak çok ciddi sorunlara yol açmaları, kamuoyunun ve halkın dikkatini bu atıklara çekmiştir. Herhangi bir kuruluşun kontrolsüz atıkları, sızan bidonlar ve bunun gibi sayabileceğimiz bir çok örnek, konunun özel olarak ele alınmasını sağlamıştır.

Sıvı veya sıvı olmayan madde tanımı her zaman tam yapılamamıştır. İnsineratör dizaynları için düşünecek olursak, eğer bir atık pompalanabiliyor ve pulvarize edilebiliyorsa sıvı fazda kabul edilmektedir. Genel olarak bir maddenin viskozitesi eğer 10000 SSU'dan düşük ise pompalanabilir. Pulvarizasyon ise nozül tipinin bir fonksiyonudur. Viskoziteleri 5000 SSU'ya kadar olan sıvılar uygun nozül dizaynları kullanılarak süspansiyon şeklinde yakılabilir. (Brunner, C.R., 1991. Handbook of Incineration Systems, McGraw-Hill, Inc., New York.)



Şekil 4.6. İnfraruj Fırın



Şekil 4.7. İnfraruj Fırın Prosesi

Viskozitenin yanı sıra, sıvı atık insineratör seçimi ve dizaynlarında önemli olan diğer faktörler şunlardır:

- *Kalorifik Değer:* Sıvının yardımcı yakıtı ihtiyaç duyup duymadığı araştırılır.
- *Su Muhtevası:* Su içeriği % 60'dan fazla olan sıvılar sulu atık olarak kabul edilir.
- *Halojen Oranı:* Klor, brom veya flor içeren bir sıvı, gaz temizleme sistem ve ekipman seçimlerinde özel dikkat gerektirecektir.
- *Metal Tuzları:* Bu tuzlar fırında birikme, atık gazda sürüklenme ve ciddi korozyon problemlerine sebep olabilir.
- *Sülfatlı Atıklar:* Atıkdaki sülfür asidik korozyona sebep olacak ve atık gaz prosesinin devamlı kontrolünü gerektirecektir.
- *Organik Atıklar:* Karbon, hidrojen, azot, sülfür ve halojenler karımıza çıkacaktır.
- *Siklik ve polisiklik organikler:* Bu tip organiklerde benzen halkaları mevcuttur. Bu halkaların yapısından dolayı etkili bir yanma sağlamak oldukça zordur.

Sıvı atıklar kalorifik değerlerine bağlı olarak yakıt amaçlı kullanılabilirler. İstenen sıcaklığa ulaşmada katkı sağlarlar. Sulu atıklarda ise kalorifik değer düşük olmasından dolayı atık, alev zarfının dışına enjekte edilir. Bunun sebebi ise düşük kalorifik değer alevi söndürmesidir. Atığın veya yakıtın fırına enjeksiyonunda dikkat edilmesi gereken konu fırın duvarlarına alevin çarpmamasıdır. Tuğlaların ömrünü azaltacak olan bu davranış diğer yönden bu noktalarda yanmamış atıkların birikmesine sebep olacaktır. Yanmamış her 500 gram karbon başına fırında 3500 kcal ısı kaybı olacak, birikim korozyonu arttıracaktır.

4.4.1. Sıvı Atık İmha Fırınları

Bir fırının tipi, şekli ve boyutu, atık karakteristikleri, brülör dizaynları, hava dağıtımı ve fırının duvar dizaynının fonksiyonudur. Önceden de belirtildiği gibi alevin fırın duvarlarına çarpması istenmeyen bir durumdur ve tuğlaların korozyonu için potansiyel bir durum oluşturarak, enerji kaybına sebep olur. Bu sebepten dolayı, fırın dizaynlarında alevin çarpma hareketinden kaçınmak gerekmektedir. Alevin bahsedilen bu çarpmaları, nozül dizaynı, sıvının brülörden çıkış hızı, fırın içerisindeki hava dağılımı ve fırın sıcaklığına bağlı olan pulvarizasyon ve buharlaşmanın bir fonksiyonudur.

Brülörlerin yanmalarını sağlamak amacı ile primer hava kullanılır. Bir fan yardımı ile beslenen hava ayarlanabilir, böylece yanmanın yeterli hava ile gerçekleşmesi sağlanır. Sekonder hava ise fırın içerisindeki atığın yanabilmesi için alevin önüne verilmektedir. Atığın ihtiyacı olan havanın temin edilmiş olmasının yanı sıra, sekonder hava, fırın içerisinde türbülansı sağlayacak, cidarın soğuk tutularak tuğlaların sağlıklı kalmasına yardım edecektir. Primer ve sekonder hava ayrıca, yakıt pulvarizasyonuna yardım edecek ve fırın duvarlarına yanmamış maddelerin çarpmasını engelleyecektir.

Sıvı atık fırınlarında, uygun yanmanın sağlanabilmesi için %5-30 arasında fazla hava kullanılır. Diğer bir fırın parametresi ise ısıdır. Fırınlar genellikle dikey veya düşey silindirik yapıdadırlar. Bazı sıvı atık fırın tipleri şunlardır:

4.4.1.1. Girdapsız Tip Sıvı Atık İmha Fırını

Şekil 4.8'de gösterilen fırın tipi diğer tiplere oranla daha ucuzdur ve daha az basınçta yanma havasına ihtiyaç duyar. Üretilen ısı değeri 90000-270000 kcal/m³.h'dır. Fırın boyutlarının hesaplanması şu şekildedir:

$$\begin{aligned}\text{Üretilen ısı:} & \quad Q = 2.520.000 \text{ kcal/h} \\ \text{Fırın oranı:} & \quad F = 180.000 \text{ kcal/m}^3.\text{h} \\ \text{Fırın hacmi:} & \quad V = Q / F = 14 \text{ m}^3\end{aligned}$$

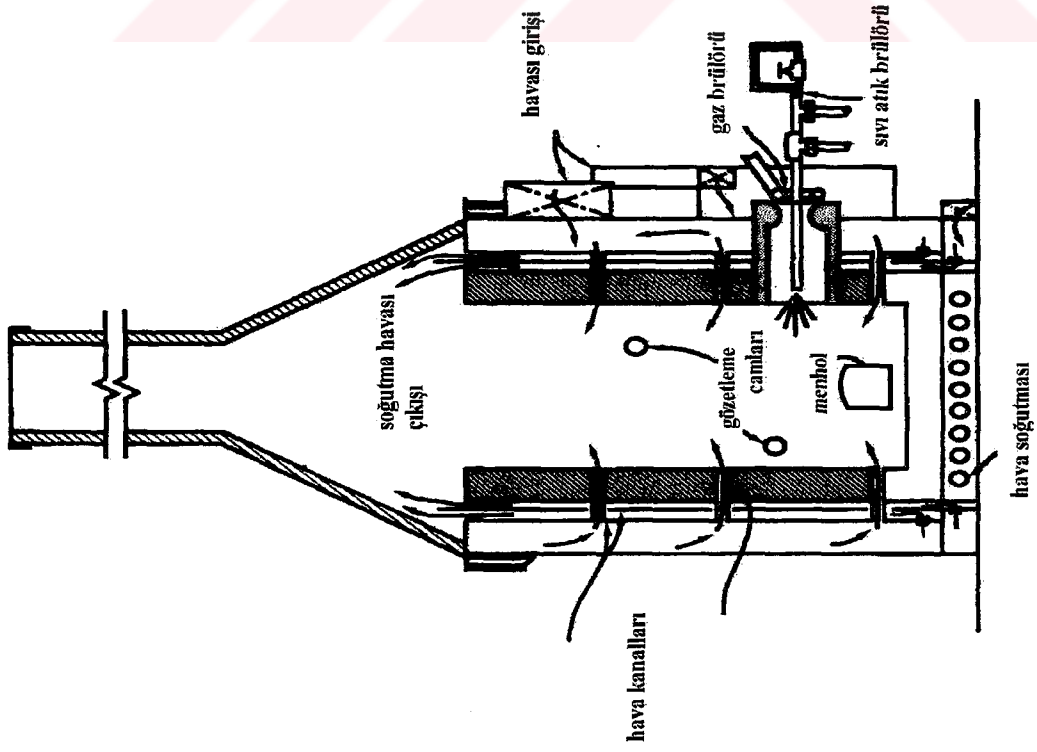
Hacimden gidilerek 2,5 metre uzunluğundaki fırın için $V = (\pi/4) D^2 L$ formülünden $D = 7$ metre bulunur.

Fırın tuğlalarla kaplı ve akışı yönlendirmeye yarayan kanatlarla donatılmıştır. Artan türbülans, yanma verimini arttıracak, yüksek yanma oranı sağlayacaktır.

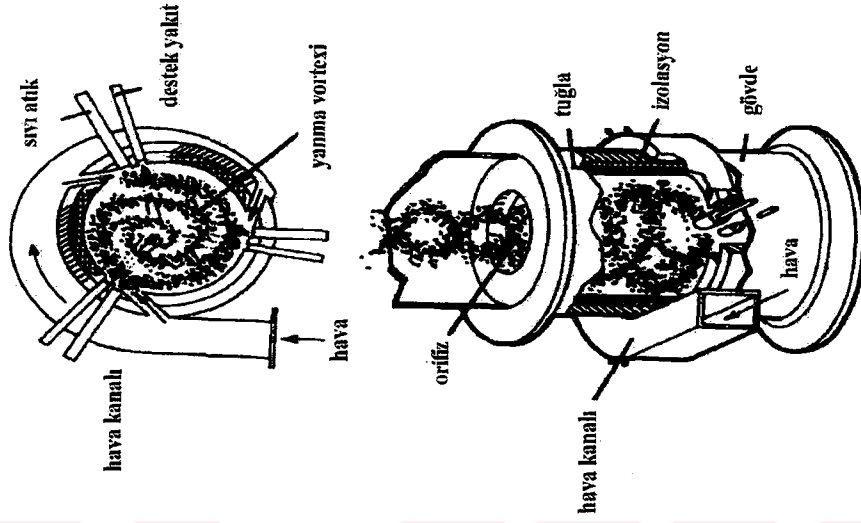
4.4.1.2. Vortex Fırın

Brülörlerde olduğu gibi, fırının içerisine direkt verilen sekonder yanma havası da türbülans yaratarak bir vortex akış sağlar. Şekil 4.9 sisteme bir örnektir. Sekonder yanma havası ana hava kanalından girmekte olup sağladığı yüksek türbülans ile ısının açığa çıkmasını sağlamaktadır.

Vortex fırınlar axial fırınlara oranla % 40 daha az hacme sahiptirler. Brülör yapıları daha karmaşıktır ve yüksek basınçlı hava fanlarına gerek duyarlar. Bunun yanı sıra küçük fırın hacmi daha az maliyet gerektirecektir.



Şekil 4.8. Girdapsız Tip Sıvı Atık İnsineratörü



Şekil 4.9. Vortex Fırın

4.4.2. Sıvı Atık Nozül Tipleri

Sıvı yakıtlar yanma gerçekleşmeden önce buharlaştırılmalıdırlar. Pulvarizasyon derecesi yanma verimi ile doğrudan ilgilidir. Verimli yanmanın elde edilebilmesi için çok sayıda nozül geliştirilmiştir.

4.4.2.1. Mekanik Pulvarizasyon Nozülleri

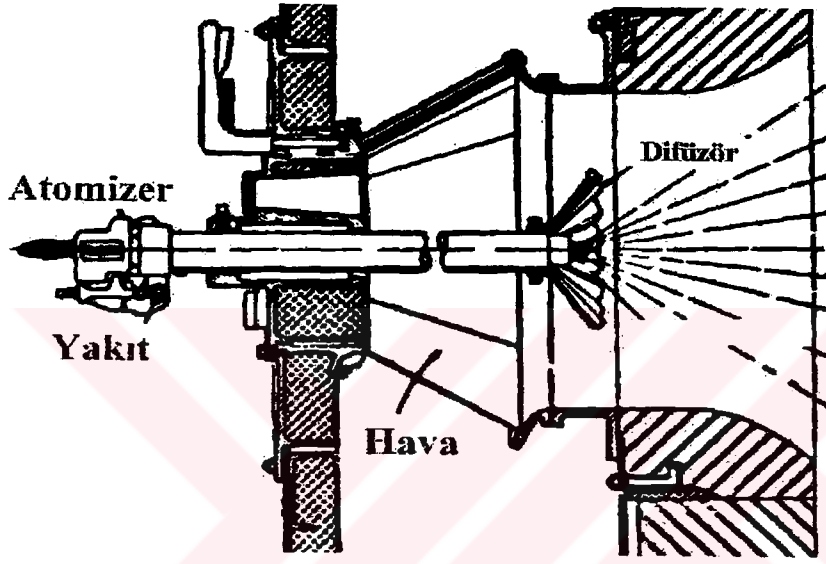
Bu tip nozüller kullanılmakta olan en yaygın ekipmanlardır. Tipik bir örnek Şekil 4.10'de gösterilmiştir. Yakıt ortalama 5-10 kg/cm²'lik bir basınçla nozülde yer alan orifize doğru pompalanır. Orifizden önce siklonik bir hız kazanır. Etrafına verilen yanma havası ile birlikte siklonik hareket yapan yakıt etkin bir pulvarizasyon sağlar. Tipik brülör kapasiteleri 30 – 600 l/s'dir. Bu tip brülörlerin en büyük dezavantajı yakıtla beraber sürüklenebilecek katı maddelerden dolayı yaşanacak olan tıkanıklıklardır. Viskoziteleri 100 SSU'nun altındaki sıvılar için kullanılırlar.

4.4.2.2. Döner Başlıklı Brülörler

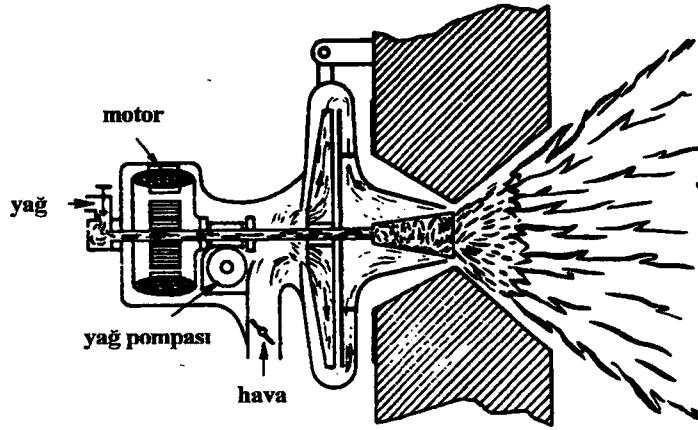
Şekil 4.11'de görüldüğü gibi pulvarizasyon yakıtın satrifüj hareketi sağlayan bir döner başlıktan geçmesi ile sağlanır; ayrıca hava verilmez yalnızca yanma havası mevcuttur. Bu brülör tipinde gerekli olan sıvı basıncı diğer tiplere oranla daha düşüktür ve pulvarizasyon, yakıt basıncının değil başlığın dönmesinin bir fonksiyonudur. Geniş bir ağızdan geçen yakıtın içerisindeki katı maddelerin geçmesine izin veren ekipmanda akış, geniş bir aralıktadır ve viskoziteleri 300 SSU'a kadar olan sıvılarda kullanılabilirler. Yanma havasının ayarı ise oldukça hassastır yanlış akışlarda yakıtın fırın duvarlarına çarpması ile karşı karşıya kalınabilir.

4.4.2.3. Düşük Hava Basıncı Brülörler

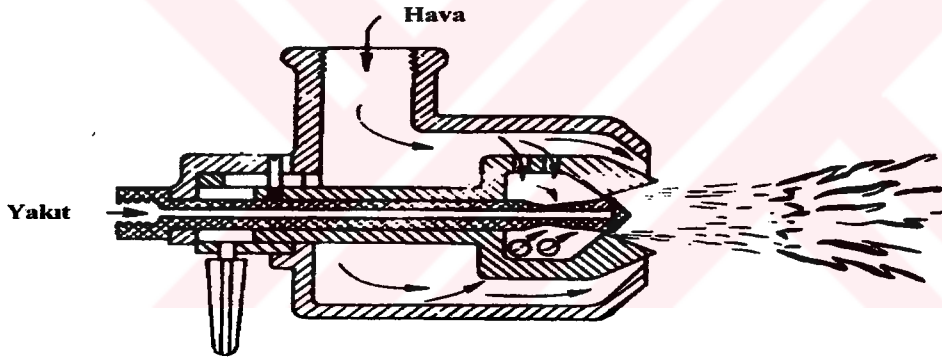
Yakıt nozülünün dış tarafından verilen hava ile yüksek türbülans ve etkili pulvarizasyon sağlanır. Sekonder yanma havasının da verilmesi ile birlikte alev boyu nispeten kısalmır. Kısa alev boyu küçük hacimli fırınların inşasına imkan tanır. Viskoziteleri 200-1500 SSU'ya kadar olan sıvılarda kullanılabilir ve % 30 konsantrasyona kadar partikül madde iletebilirler. Şekil 4.12 tipik bir örneği sergilemektedir.



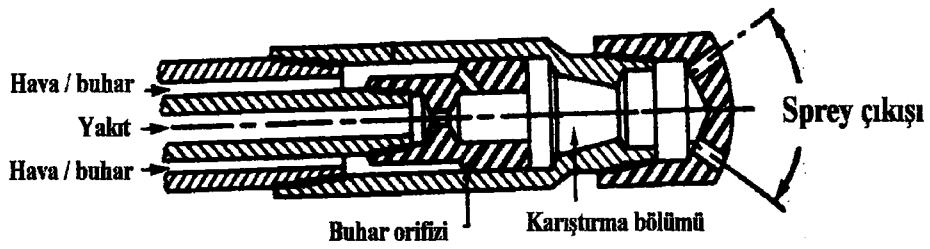
Şekil 4.10.Mekanik Pulvarizasyon Nozülü



Şekil 4.11. Döner Başlıklı Brülör



Şekil 4.12. Düşük Hava Basıncı Brülör



Şekil 4.13. İçten Karıştırmalı Nozül

4.4.2.4. Yüksek Basıncılı Brülörler

Ağır sıvıların etkili pulvarizasyonu ve çabuk buharlaşma sağlanabilmesi amacı ile yakıtın küçük partiküllere ayrılması için hava ve yakıt hızlı bir şekilde karşılaştırılırlar. Pulvarizasyon amaçlı hava ya da buhar kullanılabilir. Alev boyu uzundur ve buna uygun fırın inşaatlarına gerek duyulur. 150-5000 SSU aralığında viskozitesi olan sıvıları iletebilir ve % 70 oranında katı maddeye geçiş imkanı sağlarlar.

4.4.2.5. İçten Karıştırılmalı Nozüller

Şekil 4.13.'de gösterildiği gibi bu tip nozüllerde hava ya da buhar kullanılabilir. Katı maddelerin sürüklenmesine imkan vermezler ve sadece 100 SSU'nun altındaki düşük viskoziteli sıvıları iletebilirler. Temiz sıvılarda kullanılırlar; avantajı düşük maliyetli olmalarıdır.

4.5. Gazların Yakılması

Gaz atıkların çoğu koku ve renklerinden ayırt edilirler. Organik maddelerin varlığını gösteren bu parametreler, uygun bir şekilde yanma sağlanırsa bozunurlar.

Yanabilir madde içeren gazlar, alt ve üst patlayıcı limitlere sahiptirler. Alt patlayıcı limit (LEL), gazın yanmasını sağlayabilecek havadaki en düşük konsantrasyonudur. LEL'nin altındaki konsantrasyonlarda yanmanın desteklenebilmesi için gerekli ısıyı üretecek gaz miktarına ulaşamamış olur. Parlama noktasında, maddelerin yalnızca kıvılcım sayesinde kendiliklerinden tutuştuklarını bilmekteyiz. Parlama noktası ayrıca sıvılar için uçuculuğun bir ölçümüdür. Gazın kendiliğinden tutuşma sıcaklığı, gazın yanacağı sıcaklık anlamına gelir. Bir gazı alt ve üst patlayıcı limitleri arasında olmak kaydı ile, parlama sıcaklığında bir hava karışımına bırakmak, yanma ve belki de bir patlama sağlayacaktır.

Seçilen insinerasyon metodu, alt ve üst patlayıcı limitlerin yanında parlama sıcaklığının da bir fonksiyonudur. Alev sistemleri limit aralığının sınır değerlerine çok yakın limitlerde en iyi sonucu verirler. Katalitik insineratörlerde ise alt limitin % 25'inden büyük olmayan değerlerde iyi sonuç alınmaktadır. Düşük parlama noktası daha az hava fazlasına ihtiyaç duyar.

4.5.1. Alev Sistemleri

Bu sistemler yanabilir madde içeren büyük miktarlardaki gazların uzaklaştırılmasında kullanılırlar. Sürekli olmayan prosesler için oldukça uygundurlar. Sistemde enerji geri dönüşümü mümkün olmaz. En yaygın kullanılmakta olan iki temel tip flare sistemi vardır. Birisi yer seviyesinde diğeri ise kulelerden oluşmuştur. Yer seviyesinde olan sistem, alev ve güvenlik için yeterli alan olduğunda kullanılabilir. Kuleli sistem ise yeterli alanın olmadığı ve yanma ürünlerini atmosfere verirken seyreltme yapılması istendiğinde kullanılır. Alev sistemlerinde sıcaklık 1000-1400 °C'dir.

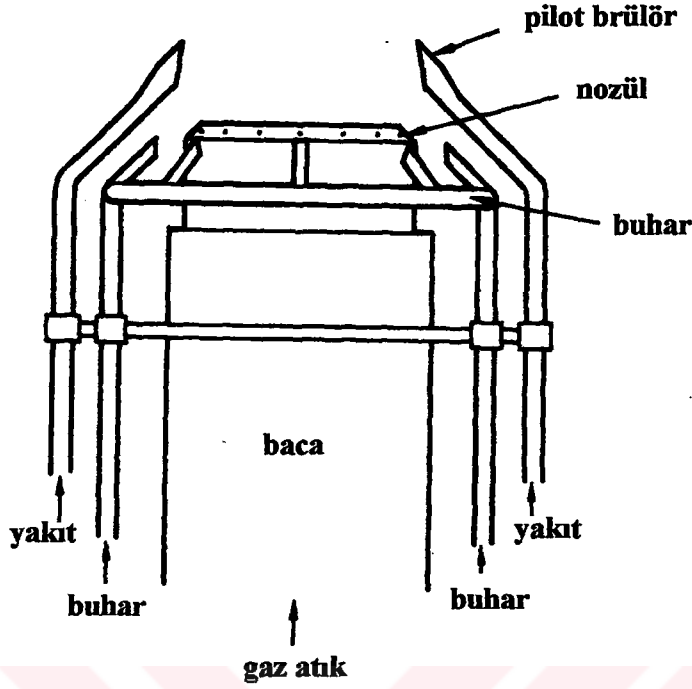
Şekil 4.14.'de gösterilmiş olan alev sistem basit olarak bir bacayı veya açık bir boruyu andırır. Bacanın çıkış ağzında sürekli olarak yanan bir pilot alev, buhar kaynağı ve nozüller mevcuttur. Yanma havası doğal atmosferden sağlanır. Buhar ise hava ile karışımın daha verimli olabilmesi için türbülans yaratıcı, gaz içerisindeki kompleks moleküllerin parçalanmasına ısı kaynağı ve karbon için bir oksitleyici olarak kullanılır.

$$(C + H_2O \longrightarrow CO + H_2)$$

Kalorifik değerleri 1300 kcal/m³' e kadar olan gazlar normalde yardımcı yakıtı gerektirmeden yanabilirler. Bu değer altında kalan gazlar Şekil 4.14'de gösterilen nozüllerden verilen yardımcı yakıtı ihtiyaç duyacaklardır. Bazı gazlar temiz bir şekilde yanabilirler ve yanmayı destekleyici buhara dahi ihtiyaç duymazlar. Gazların çoğu metan, hidrojen ve karbonmonoksit içerir. Hidrokarbon gazlarının çoğunluğu normalde alev sistemlerinde yakılırlar fakat yapılarındaki iki veya daha fazla karbon atomundan dolayı daha ağırdırlar. Bu yüzden de olefinler, aromatikler ve parafin grupları gibi bileşikler her zaman dumansız bir yanmanın sağlanabilmesi için buhar kaynağına ihtiyaç duyarlar.

4.5.2. Doğrusal Alev İnsineratörleri

Doğrusal alev insineratörleri, yardımcı yakıt brülörleri olan, gaz atık maddelerinin bozunabilmeleri için gerekli ısı ve temas süresi sağlayan fırınlardır. Sistemde, fırın içerisindeki bir termokopul sıcaklığı ölçer ve istenen sıcaklığa karşılık gelen yakıt oranı kontrollü olarak yanmaya verilmiş olur. Gaz atıkların çoğu için kullanılabilirler.



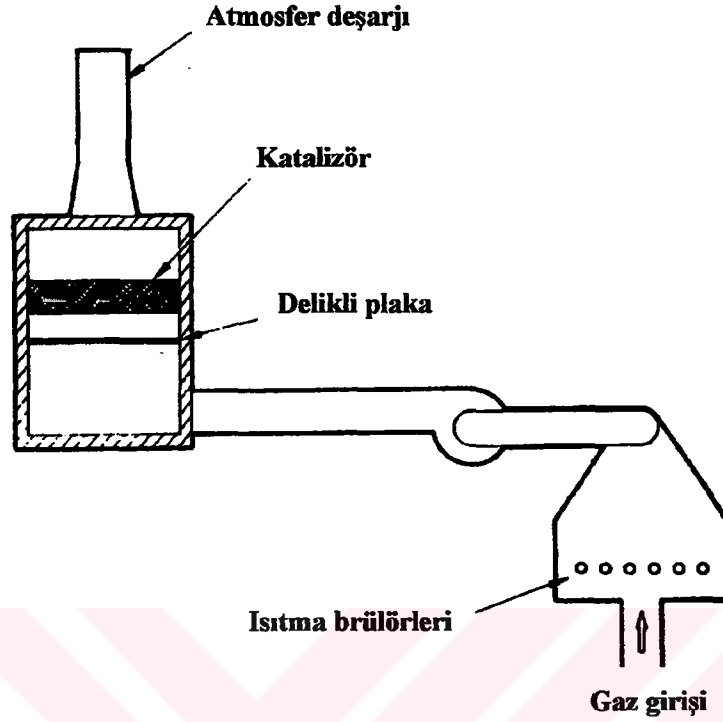
Şekil 4.14 Alev Sistemi

Ana kullanım amaçları arasında koku kontrolü, toksitise eliminasyonu veya emisyon kontrolü sayılabilir. Fırın sıcaklıkları maddelerin parlama sıcaklıklarından daha yüksektir.

Fırın içerisindeki temas süresi sıcaklık kadar önemli bir parametredir. Doğrusal alev insineratörleri 2-3 saniyelik temas süreleri sağlayacak şekilde dizayn edilirler ve sistemde iki şekilde enerji geri kazanımı yapılmaktadır. Bunlardan ilki fırın sıcaklığının yanma havasını ısıtmada, diğeri ise buharı ısıtmada kullanılmasıdır.

4.5.3. Katalitik Yanma

Katalitik insineratörler düşük konsantrasyonlardaki gazların parçalanmasında kullanılırlar. Şekil 4.15.'de gösterildiği gibi ısıtılmış gaz, akışı yönlendirmek amaçlı delikli bir plaka ve devamında katalitik maddeden geçerek deşarj edilir. Katalitik madde düşük sıcaklıklarda oksidasyon oranını yükseltici özelliğe sahiptir böylece gaz atığın bozunabilirliği arttırılmış olur.



Şekil 4.15 Katalitik Yakma

Katalitik reaksiyonlarda şu adımlar izlenir:

- Kataliz yüzeyini saran durgun sıvıya doğru gaz akımındaki reaktanların difüzyonu;
- Kataliz yüzeyindeki reaktanların adsorpsiyonu;
- Reaktanların ürün oluşturmak amaçlı reaksiyonu;
- Katalitik yüzeyden ürünlerin desorpsiyonu;
- Kataliz gözeneklerinden ürünlerin difüzyonu.

Kullanılan katalizör maddelere örnek olarak paladyum ve platin verilebilir. Katalizör gibi kullanılan diğer maddeler ise bakır, bakır oksitler, manganez, nikel ve kobalttır.

Katalitik yakma sistemlerinde gaz istenen tutuşma sıcaklığına getirilmeli ve katalitik yatağın sıcaklığı uygun hale getirilmelidir. Oksidasyon için yeterli oksijen tedariki sağlanmalı, ihtiyaç varsa ilave yapılmalıdır. Bu sistemlerde gazın içerisinde partikül madde varlığı istenmediğinden, siklonik ayırma veya elektrostatik ayırma gibi ön işlemlere ihtiyaç duyulabilmektedir. Kullanılan enerji geri kazanımı ise çıkış gazının bir

miktarının ısıyı arttırmak amaçlı sisteme geri beslenmesi veya çıkış gazının ısı değiştirici de kullanılarak giriş gazını ısıtması şeklindedir.

4.6. Klinik Atıkların Yakılması

Klinik atıklar bilindiği gibi hastahanelerden, laboratuvarlardan, hayvan araştırma tesislerinden ve enstitü kuruluşlarından kaynaklanırlar. Bu atıkların uzaklaştırılmasında en tercih edilen sistem yakmadır. Bunun sebebi ise atığın sahip olduğu organik maddelerin yanma prosesi esnasında tamamen ve etkili şekilde imha edilebilir olmasıdır.

Klinik atık, patolojik ve enfekte atıkların tanımlanmasında kullanılan yaygın bir terimdir. Patolojik atık terimi, anatomik atıkları, cesetleri ve benzer atıkları ifade eder. Son yıllarda hastahane atıkları karakter değiştirmiş, camların yerini tek kullanımlık plastikler almıştır. İlk bakışta harcamaların düşürüldüğü zannedilse de bu plastikler klor içerdiklerinden yakmanın yükünü arttırmakta, proses için ilave ekipmanlar gerektirmektedirler. Hastahane atıklarının içerdiği plastik oranı son 15 yılda %10'dan % 30'lara çıkmıştır. Yalnızca bu tip atıkları yakabilecek insineratörler bulmak zor olmaktadır.

Hastahanelerden çıkan atıkların arasında laboratuvarlardan gelen zararlı atık kapsamında atıklar da bulunmaktadır. Örnek olarak, aseton, metilalkol, bütillalkol, dietileter, etilalkol sayılabilir. Hastahaneden hastahaneye atık karakterleri değişik olmaktadır. Bu değişiklikte, hastahanenin sahip olduğu yatak sayısı, yoğun bakım ünite kapasiteleri ve sahip oldukları diğer özel üniteler rol oynamaktadır.

Klinik atıkların yakılması için küçük kapasiteli insineratörler inşaa edilmekte olsa da bunların daha büyük kapasiteli, tam donanımlı döner fırınlarda yakılmaları daha sağlıklı olacaktır.

Bu atıkların çoğunluğu yanabilir karakterdedir; çok sulu olmadıkça yanmayı destekleyeceklerdir. Havalı ve havasız yanma uygulanabilmekte, havasız yanma uygulandığında daha az partikül taşınımı, daha az azotoksit oluşumu görülmektedir. Ayrıca havasız yanmalarda daha az yardımcı yakıtı ihtiyaç duyulacaktır. Ünitelerdeki ekipmanların boyutlandırılması ise daha küçük olacaktır. Havalı yanmalarda ise atığın kalorifik değerinin tespiti zor olmaktadır.

Genellikle selülozik atıkların tamamen yanabilmeleri için 750°C ve yarım saniye temas süresi gereklidir. Klinik atıklar için de minimum şartlar selülozik atıkların parametreleri ile aynı olmalıdır. Bunun yanı sıra özel sıcaklık-temas süreleri için hesaplamalar yapılmalıdır. Klinik atıkların büyük kısmı organik ve selülozik maddelerdir. Kalan yanmayan kısım ise artan sıcaklık ile eriyecektir.

4.6.1. Klinik Atıkların Yakılmasında Havasız Yanma Prosesi

Havasız yanmada dikkat edilmesi gereken nokta atığın tabiatıdır. Herhangi bir havasız reaksiyonun meydana gelebilmesi için atık madde organik olmalı ve yardımcı yakıt ilavesine ihtiyaç duymadık yanabilmelidir. Nem oranı % 60'ın üzerinde olan atıkların bu şekilde yanmaları zordur.

Havasız yanmada kullanılan fırınlardaki brülörler düşük miktarlarda yardımcı yakıt ihtiyacına göre boyutlandırılırlar. Havasız yanma prosesi kolayca kontrol edilebilir. Birinci yanma odasında hava miktarı artırıldığı zaman eğer sıcaklık da artıyorsa insineratör havasız modda çalışıyor demektir. Bunun tam tersi olduğunu düşünürsek yani artan hava miktarına karşılık azalan sıcaklık varsa, bu bize fırının hava fazlası ile çalıştığını, havasız yanmanın gerçekleşmediğini gösterir.

Klinik atıkların çeşitliliği, klinik atık torbalarında ne olduğunu bilinememesi, hayvan cesetlerinin ve çok sulu maddelerin olabileceği gibi hususlar gözönünde bulundurularak dizaynların en emniyetli şartlarda yapılması gerekmektedir.

4.7. Radyoaktif Atıkların Yakılması

Nükleer enerji tesisleri, tıbbi uygulamalar, askeri ve sivil araştırmalardan kaynaklanan radyoaktif atıkların miktarlarının artması bu atıkların kontrolünün gerekliliğini gündeme gelmiştir. Yakma ise radyoaktif atıkların hacim ve ağırlıklarının azaltılarak uzaklaştırılmasında kullanılan bir yöntemdir.

Radyoaktif atıkların yakılması özel şartları gerektirir. Güvenlik ilk şarttır. Taşıma, depolama ve besleme dikkatlice kontrol edilmelidir. Sızdırmazlığı sağlanmış konteynerler, partiküllerin tutulabilmesi için yüksek verimli ve emiş yapan hava filtrelerine ihtiyaç vardır. Besleme sistemi, sıcak gaz kaçaklarına izin vermeyecek şekilde dizayn edilmelidir.

Konvansiyonel yakma sistemlerinde kullanılan acil durum bacalarını radyoaktif atıkların yakılmasında kullanmak, mümkün değildir. Sistemden çıkan kül ve cürufta yakma yapılmadan önceki duruma oranla daha yüksek konsantrasyonda radyoaktif madde olacağından, taşınımları ve nihai depolamaları özel şartlar gerektirir. Sıvıların beslenmesinde ise sabit bir debi uygulanmalıdır.

Görülüyor ki, radyoaktif atıkların yakılmasında proses ve işlem kontrolü çok daha karmaşıktır ve sistem hataya yer vermemek için otomatik olmalıdır.

Radyoaktif maddelerin çok pahalı olmalarından dolayı ise yeniden kullanılmaları ekonomik olarak uygundur.

4.7.1. Fıçı Tip İncineratör

Radyoaktif atıkların yakılmasında kullanılan fıçı tip insineratörde atık operatör tarafından tutuşturulur. Fırının içerisine türbülansı sağlamak amacı ile hava verilir. İşletme sıcaklığı 1100-1200°C aralığındadır. Prosesden çıkan atık gaz emilerek gaz temizleme sistemine gönderilir.

Atık gaz, gazın soğutulduğu ve partiküler maddelerin büyük oranda giderildiği kostik solüsyonu ile yıkama yapılan bölüme geçer. Sistemde tutulamamış partikül maddelerin tamamen giderimi için son olarak yüksek verimli partikül tutucu filtreye ihtiyaç vardır. Gazla beraber sürüklenebilecek damlacıkları tutmak içinse demister denilen ekipmanlar kullanılır.

4.7.2. Elektroeritme Sistemi

Çok çeşitli sıvı ve katı atıkları yakabilen bu sistem cam endüstrisinde kullanılan fırınlardan esinlenilerek geliştirilmiştir. Sistemde, camın elektriksel iletkenliği kullanılarak sıcaklığın yükseltilmesi olarak tanımlanan “Joule” etkisi kullanılır.

Sistem devreye alınırken içerisine cam parçacıkları atılır ve fırın ısıtılmaya başlanır. Yanan atıktan kaynaklanan uçucu maddeleri tutabilmek için fırının içine hava enjekte edilir ve bunlar ergimiş haldeki cama yapışırlar. İşletme sıcaklığı 1000-1200°C aralığındadır.

Atık gaz içerisindeki partikül maddeler seramik fiber filtreler yardımı ile tutulurlar. Atık gazın soğutulması için kullanılan soğutma suyu ise sistemde tekrardan kullanılır.

Atık gaz içerisindeki asidi kontrol etmek için yıkama suyuna alkali ilave edilebilir. Hemen hemen bütün gaz temizleme sistemlerinde olduğu gibi burada da gaz yıkama kulelerinden çıkan gazın sürükleyebileceği su damlacıklarını tutmak için demister bulunur. Yıkama kuleleri ve demisterlerde tutulmuş olan partikül maddeler son hal olarak kek halinde sistemden ayrılırlar. Kullanılan filtreler firma beslenerek yakılırlar.

Anlatılan atık yakma prosesleri ve insineratör tiplerinin, tipik kalış süreleri ve işletme sıcaklık aralıkları Tablo 4.2.'de özetlenmiştir. Mukayese yapılabilmesi açısından, karşılaştırmalı bir özet niteliğindedir. Farklı özellikteki atıkların farklı işletme parametreleri içeren ekipmanlarda yakılmaları gerektiği bilinmektedir. Tablo 4.3. ise bize hangi tip atığın hangi tip insineratörde yakılması gerektiğinin özetini vermektedir.

Tablo 4.2 İnsineratör Proseslerinin İşletme Parametreleri

Proses	Sıcaklık Aralığı, °C	Kalış Süresi
Çok Gözlü Fırın	300-550 (kurutma bölgesi) 750-1000 (yanma bölgesi)	0,25 -1,5 saat
Akışkan Yataklı	750-1000	Sıvı ve gazlar saniye bazında Katı atıklar daha uzun süre
Sıvı Atık İnsineratörü	650-1650	0,1-2 saniye
Doğrusal Alev İnsin.	550-800	0,3-0,5 saniye
Katalitik Yanma	300-550	1 saniye
Döner Fırın	800-1650	Sıvı ve gazlar saniye bazında Katı atıklar saat bazında
Proliz	480-800	12-15 dakika
Eriyik yanma	800-1000	0,75 saniye

(Cheremisinoff, P.N., 1992. Waste Incineration Handbook, Butterworth-Heinemann, Oxford.)

Tablo 4.3. Atık Tiplerine Karşılık Gelen İnsineratör Tipleri

Atık Tipi	Döner Fırın	Çok Göz. Fırın	Akışkan Yataklı	Sıvı Atık İnsineratörü	Katalitik Yanma	Eriyik Yanma
Granüler atıklar	+	+	+			
Çamurumsu atıklar	+					
Düşük ergime noktasına sahip atıklar	+		+	pompalanabiliyorsa		+
Ergiyebilen küle sahip organik bileşikler	+	+				+
Organik gazlar				+	+	
Güçlü toksik atıklar				+	+	
Organik sıvılar			+	+		+
Halojenli aromatik bileşikli sular (1200°C)	+		+	+		+
Organik çamurlar		+	+			

5. ATIK GAZIN TEMİZLENMESİ VE EMİSYON KONTROLÜ

Yakma prosesi, atık gaz, atık su ve kül-cüruf şeklinde 3 ana emisyon üretir. Emisyonların doğru şekilde kontrolü beraberinde verimli bir yanmayı getirir. Üretilen bu 3 emisyonlardan biri olan atık gaz incelendiğinde, CO veya toplam hidrokarbon (THC) yanma veriminin iyi birer göstergeleridir. Karbonmonoksit ve karbondioksit ölçümlerinin proste sürekli ve ana kontrol parametreleri olmalarının yanında THC ölçümü daha zor olmasından dolayı ana parametre olarak kabul edilmez. CO ve karbondioksit konsantrasyonları kullanılarak yanma veriminin hesaplanması Denklem 5.1.'de verilmiştir. (CE = Combustion Efficiency - Yanma Verimi)

$$CE = \% 100 * [CO_2] / ([CO_2] + [CO]) \quad (5.1.)$$

İyi bir yanmaya karşılık gelen yanma verimi % 99.9 olmalıdır. Emisyonları azaltacak prosesin seçiminde şu kriterler gözönüne alınmalıdır.

- Atık gazdaki spesifik maddeler;
- Atık gaz içerisindeki konsantrasyonlar, kütle akış hızı
- İzin verilen emisyon limit değerleri;
- Prosten kaynaklanacak katı ve sıvı atıkların arıtma, uzaklaştırma şekilleri;
- Teknolojik uygunluk; (korozyon, dayanıklılık, temizlik)
- Bacadaki atık gaz sıcaklığı;
- İlave ünite gerekliliği

Atık gaz arıtma üniteleri partiküler, uçucu madde ve gazları azaltıcı sistemlerden oluşurlar. Kullanılan fiziksel ve kimyasal yöntemleri kısaca sayacak olursak:

Partiküler emisyonların azaltılması: Çöktürme, filtrasyon ile ayırma, elektrostatik çöktürme, ıslak metodlarla çöktürme.

Uçucu ve gaz kirleticilerin azaltılması: Adsorptif ve absorptif ayırma, katalitik prosesler.

5.1. Partiküler Madde (PM)

Partiküler maddeler hem katı hem de sıvı olabilirler. Aerosoller de içine alan PM'ler atmosferde kalırlar, konsantrasyonları yakılan maddenin çeşidine bağlıdır. Tuz veya aerosol tip madde içeren atıklarda konsantrasyon daha yüksektir. Toplam partiküler madde miktarının azalması ile toksik maddeler ve ağır metallerin de bir kısmı azaltılmış olur. PM gidermek amaçlı seçilecek olan çöktürme ekipmanlarının seçimi temelde PM boyutuna göre olmalıdır. Tablo 5.1. ve 5.2.'de tahmini partikül oranları verilmiştir.

Partikül Adhezyonu: Küçük partiküllerin adhezyonu partikül dinamiği ve seçilen teknikler için önemli bir kavramdır. Adhezyona etki eden faktörler, partikül boyutu ve şekli, yüzeyin şekli, sıcaklık, gazın nemi, partikül ve yüzeyin temas süresi ile elektrostatik kuvvetlerdir. Adhezyon kuvveti, artan nem ile artar, yüzey pürüzlülüğünün artması ile azalır. Eğer yüzey ile temas en az 5 dk. ise adhezyon kuvveti değişmez.

Duman: Duman, katı veya sıvı partikül süspansiyonu olup gözle görülebilir bir etki yaratır. Dumanın görülebilirliği PM'nin ağırlığından öte miktarla ilgilidir. Duman siyah veya beyaz olabilir. Dumanın rengi karbonlu maddeler yakıldığında yetersiz fırın sıcaklığı ile ilgilidir. Kıraking veya buharlaşma sıcaklığına kadar ısıtılan hidrokarbonlar beyaz duman üretirlerken yetersiz oksijenli yanma sonucunda ise siyah duman çıkartırlar ve atık gaz içerisinde seyrederek. Zayıf atomizasyona bağlı olarak yetersiz türbülans, fırın içerisinde zayıf hava dağılımı buna sebeptir. Fırının içerisine buhar vermek veya atomizasyonda buhar kullanmak siyah dumanı azaltıcı yöntemlerdendir. Buhar verildiğinde mevcut karbon, metan ve CO'a, hava kullanımında ise CO ve karbondioksit dönüşecektir. Organikler ise renkli dumana sebep olurlar; örneğin sülfür ve bileşikler sarı renkte duman oluştururlar. (Brunner, C.R., 1993. Hazardous Waste Incineration, Mc Graw-Hill, Inc., Singapore; Haas, C.N. and Vamos, R.J., 1994. Hazardous and Industrial Waste Treatment, Prentice-Hall Engineering, U.S.A. ve Major, D.W. and Fitchko J., 1992. Hazardous Waste Treatment on Site and in Situ, Butterworth-Heinemann, Oxford.)

Tablo 5.1. Sıyırıcılı bir Sistemde Tahmini Partikül Oranları (%)

<i>Madde</i>	<i>Cürufta</i>	<i>Yıkama suyunda</i>	<i>Bacadan çıkan</i>
Arsenik	30	62	8
Kadmiyum	31	62	7
Krom	31	59	10
Kurşun	16	82	2
Cıva	0	10	90
Nikel	30	66	4
Çinko	20	76	4

Tablo 5.2. ESP Kullanılan Bir Sistemde Tahmini Partikül Oranları

<i>Madde</i>	<i>Cürufta</i>	<i>ESP' de tutulan</i>	<i>Bacadan çıkan</i>
Arsenik	30	47	23
Kadmiyum	31	47	22
Krom	31	57	12
Kurşun	16	76	18
Cıva	0	1	99
Nikel	30	52	18
Çinko	20	60	20

5.2. Metal Emisyonları

Metaller içinde en çok adı geçenler kurşun, nikel, krom, cıva ve kadmiyumdur. Genellikle metaller partiküler maddeler tarafından adsorplanırlar. İnsinerasyon sistemindeki pozisyonlarını belirlemenin en iyi yolu ölçüm yapmaktır; nerelerde bulunabileceklerine dair ancak tahminler yürütülebilir.

Düşük buharlaşma derecesinden dolayı cıva, sıcaklık ve sıyırıcı sıvı pH'sına bağlı olarak ıslak sıyırıcılarda tutulabilir. Bu işlem için sıcaklık 150°C'ın altında olmalıdır. Tablo 5.3.'de ıslak yıkama ile ağır metal giderim oranları verilmiştir. (Jacobs, M.B., 1960. The Chemical Analysis of Air Pollutants, Interscience Publishers, Inc., New York.)

Tablo 5.3. Islak Yıkama ile Ağır Metal Giderim Oranı (%)

<i>Metal</i>	<i>Giderim oranı</i>
Arsenik	96
Berilyum	99
Kadmiyum	65
Krom	96
Kurşun	67
Civa	0
Nikel	95

5.3. İnorganik Gazlar

Gaz emisyonları, atık gazın içerisinde bir katı üzerine adsorblama veya sıvı ile absorpsiyonla ayrılırlar. Bu işlem kimyasal veya fiziksel bir sorbentin atık gazla teması ile gerçekleşir. Reaksiyon ürünleri daha sonra çözünmüş veya kuru tuz formunda alınırlar.

Kuru sorplama prosesinde sorbent, toz şeklinde reaktöre beslenir. Atık gazın kuvvetli değişken özelliğinden dolayı stokiometrik hesaplamaların en az 2-3 katı fazla madde yüklemesi gerekir. Fazla kimyasal madde yüklemesi, daha fazla atık çıkmasına sebep olur. Bununla beraber yüksek gaz emisyonlarının çıkması halinde kuru sorplama prosesi verimli olmayacaktır. Bu yüzden zararlı atık yakılması sonucunda çıkan atık gaz temizliğinde bu yöntem kullanılmamalıdır.

Islak absorpsiyon prosesinde sorbent solüsyon halde spreyleme reaktörüne atık gazın içine veya üstüne doğru püskürtülür. Proses esnasında atık gazın sıcaklığı suyu solventlerin buharlaşması için kullanılmış olur. Ürünler katı halde çöktürülürler daha sonra ise sistemden alınırlar. Kuru sistemlerde olduğu gibi burada da kimyasalların stokiometrik miktardan fazla beslenmesi söz konusudur. Ortaya çıkan problemler ise kuru sistemle aynıdır.

HCl, HF, ve kükürtoksit emisyonlarının ıslak proseslerle azaltılması için farklı tipte sıyırıcılar kullanılır. Bunlar, jet sıyırıcılar, döner sıyırıcılar, Venturi sıyırıcısı ve kolon sıyırıcılar şeklinde örneklenebilirler. Bunlarda sıyırıcı solüsyon olarak su kullanılması yüksek giderim verimi sağlamaktadır. Proseste asit formu oluşumundan dolayı, sıyırma

solüsyonu oldukça kuvvetli asidik özellik gösterir. Bu asidik ortamda kükürtdioksitin absorpsiyonu önemsizdir. HCl'nin ayrışmasındaki reaksiyon ise şu şekilde olur.



Cl konsantrasyonu, sıyırma suyunda 80 gr/lt'ye kadar yükselebilir, bununla beraber %90'ın üzerinde bir HCl giderimi mümkündür. HF ise suda kolayca çözünebilir ve oluşan asit miktarı önemsizdir.

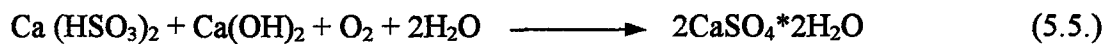
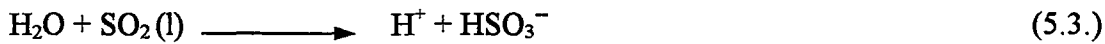
Kükürtdioksitin absorpsiyonu ise sıyırma suyuna kostik soda, kalsiyumkarbonat veya kireç sütü ilavesi yapılarak nötral veya hafif alkali bir ortama sahip bir sıyırıcıda başarı ile gerçekleştirilir. Aynı bir sıyırıcı ekipmanında gerçekleşen bu proseste HCl ve HF'nin kalan miktarları da tutulur.

Nötralizasyonda eğer kireç sütü kullanılıyorsa çözünmeyen formda sülfat ve karbonatlar oluşacaktır. Bu ise çökeltilerin toplanmalarını gerektirir. Kireç sütü kullanımının çökelti oluşturma özelliğinden dolayı sistemde tıkanma ve kabuklaşmanın gerçekleşme riski vardır. Eğer bu problemten kaçınılmak isteniyorsa daha pahalı olan kostik soda kullanımı bir alternatif olabilir. Kostik soda kullanımı sonucu oluşan ürünler suda çözünebilirlik özelliğine sahiptirler. Kostik soda sıyırıcısının temini zor, bakım ve onarım maliyeti düşüktür.

Kükürtdioksitin giderilmesinde farklı nötralizasyon maddeleri ile şu reaksiyonlar oluşur.



Kireç sütü kullanıldığında ise reaksiyon şöyledir.



Son ürün olan çözünmeyen karbonatlar daha sonra çökerler. Karbondioksitin ayrışmasını önlemek için pH değeri çok yüksek tutulmamalıdır. (pH 6-7)

Kükürtdioksit ayrıca suda absorbe olur ve hidrojen sulfid formunda çıkar. NaOH, çözünürlüğü temin etmek veya arttırmak amacı ile eklenir.

NaOH ile gerçekleşen reaksiyon ise şu şekildedir:



Tabakalaşma ve tortu birikiminden kaçınmak için sıyırıcı solüsyonun bir kısmı sistemden direyn edilir. Direyn edilen bu kısım deşarj standartlarının sağlanabilmesi için bir arıtma prosesinden geçirilmelidir. Ancak bu arıtmadan sonra evsel atıksu arıtma sistemine veya bir su kaynağına deşarj edilebilir.

5.4. Dioxin ve Furanlar

Poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD) ve dibenzofuranlar, poliklor bifenil (PCB), poliklordifenilmetan (PCDM) veya klorobenzen ve klorofenollerden oluşurlar. Ayrıca karbonlu maddelerle, inorganik klor bileşiklerinin katalitik reaksiyonları sonucunda da ortaya çıkarlar. Bu reaksiyonlar genelde 200-450°C'da meydana gelirler. PCDD ve PCDF'lerin meydana geldiği maddelerin önemli bir kısmı iyi bir işletme sıcaklığında parçalanırlar ve dioksin, furanların oluşması büyük ölçüde azaltılmış olur. Organik hidrokarbon bileşikleri, partiküllerin ve aerosollerin çöktürülmesi veya aktif karbon gibi adsorpsiyon prosesleri ile giderilirler.

Dioksin ve furanların tutulmasında iyi bir yanmanın yanısıra ilave teknikler de kullanılır. Bunlardan ilki "Oksidasyon katalizörü"dür. Atık gazın içerisindeki farklı maddeler katalizör yardımı ile daha az toksik olan maddelere oksitlenirler. Böylece toksik eşdeğerlilik değeri istenen limitlere düşmüş olur. Sıcaklık min. 300°C olmalıdır.

Diğer bir yöntem ise oldukça iyi bir verim alınan aktif karbonlu sabit yataklı filtredir. Islak sıyırıcılardan sonra konurlar ve filtre tabakasının kalınlığı en az 1 metre olmalıdır. Çapraz geçişi sağlayacak bir veya daha fazla ilave tabakalar eklenebilir. Aktif karbon taneciklerinin boyutu 1-4 mm'dir. (Howard, P.H., 1991. Handbook of Environmental Degradation Rates, Lewis Publishers, Chelsea.)

Filtre tamamen aktif karbonla doludur ve kullanım ömrü yapılan yüklemedeki toksik madde miktarı ile ters orantılıdır. Ömrü dolan aktif karbonlar yakmaya verilirler. Eğer yüksek oranda cıva varsa, önce arıtımı yapılmalıdır.

Aktif karbon filtresi toksik madde gideriminde etkili bir yöntem olmasının yanısıra, yakıldığında ısı birikimleri oluşturma riskine sahiptir. Bu esnada karbon miktarında da bir artış söz konusu olacaktır. Ayrıca filtrenin karmaşıklığı açısından montajı da yeterli bilgi ve deneyim gerektirir.

Henüz deneme aşamasında olan yeni bir yöntem ise aktif karbon ile benzer bir metod içeren, aktif karbon yerine geliştirilmiş zeolitin kullanıldığı metottur. Kristal yapıda alumina-silikat kullanılan proses, hidrofobik olarak tasarlanmıştır ve suyu absorbe etmez. Zeolit ayrıca cıvanın tutulabilmesi için sülfür ile doldurulabilir. Proses sıcaklığı 60-100°C'dır. Yakılması sırasında aktif karbonun verdiği tepkileri vermeyişi büyük avantaj sağlamaktadır.

PCB'lerin yakılmaları şu işletme şartlarının sağlanmasını gerektirir.

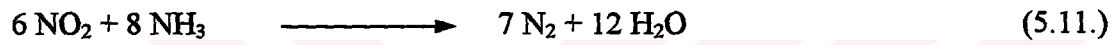
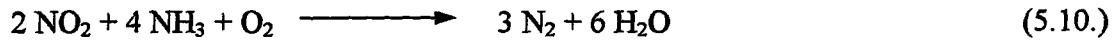
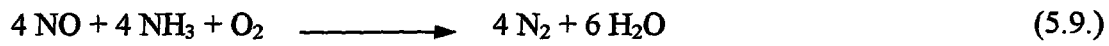
- Minimum 1200°C sıcaklıkta, 2 saniye kalış süresi ve % 3 oksijen oranı veya 1600°C'da 1,5 sn. kalış süresi ve % 2 oksijenle yakılma;
- % 99,9 oranında yanma veriminin sağlanması;
- En az her 15 dakikada bir PCB ve toplam atık besleme debisinin dikkatli ve sürekli kontrolü;
- Sürekli olarak yanma sıcaklığının takibi;
- İşletme sıcaklığının düşmesi veya izleme sisteminde meydana gelebilecek bir aksaklık sonucu, PCB beslemesinin anında kesilmesidir. Ayrıca;
- Eğer bir insineratör, PCB imhasında kullanılıyor ise, şu baca gazı analizleri izlenmelidir: Oksijen, karbonmonoksit, karbondioksit, azot oksitler, HCl, toplam klorlu organik bileşikler, PCBler, toplam partikül madde.
- HCl emisyonlarını kontrol altına alabilmek için ıslak yıkayıcılar kullanılmalı ve kirlenmiş yıkama solüsyonu deşarj standartlarına getirilmelidir.
- Eğer beslenecek olan PCB katı ise, baca emisyonundaki miktar beslenen her 10⁶ kg PCB başına 1 kg PCB'den büyük olmamalıdır.

5.5. Azot Oksitler

Bir zararlı atık yakma prosesinde oluşacak azot oksitleri gidermek için şu yollar kullanılır.

- Amonyaklı katalitik reaksiyonlar (SCR);
- Amonyak ilaveli katalitik olmayan reaksiyonlar (SNCR);
- Islak kimyasal oksidasyon ve sıyırma prosesleri.

Amonyak ilavesindeki reaksiyon prensibi şu şekilde gerçekleşir.



Bu reaksiyonlar normalde 900-1000°C'da gerçekleşirler.

SNCR prosesinde amonyak, ikinci yakma odasından injektör veya nozüllerle atık gaza verilir. Kompozisyonu değişmeyen atık beslemesi ile sabit ve uygun sıcaklıkta reaksiyon gerçekleşir. Amonyak, amonyum hidroksit veya basınçla kondense edilmiş amonyak formunda olabilir. Az zarar potansiyeline sahiptir ve üre kullanımı da mümkündür. Beslemede aşırı amonyak kullanılmalıdır, kullanılan fazlalık ise atık gaz sıyırıcısından alınacaktır.

SCR prosesi 150-350°C aralığında olmalıdır. Katalizör madde kazandan sonra kullanılabilir. Enerji üretiminin yapıldığı tesislerde bu proses kullanılmaktadır. Fazla amonyak beslemesine gerek olmamakta ve azot oksitlerin miktarına bağlı olarak besleme yapılmaktadır.

Oksidasyon ve sıyırma prosesinde ise, genellikle NO formundaki azot oksitler kuvvetli bir oksitleyici ile NO₂'e oksitlenirler. Bunun devamında ise ıslak sıyırıcılarda giderimleri gerçekleşir. Kullanılan oksitleyiciler arasında ozon, hidrojen peroksit ve sodyum hipoklorit sayılabilir. Bu maddeler maliyeti artırırlar.

Azot oksitlerin gideriminde aktif karbon kullanımı da mümkündür. Proses sıcaklığı 120-170°C'dır. Aktif karbonun diğer maddeleri de tuttuğu düşünülürse, akış

diyagramında son ekipman olarak kullanımı uygundur ve verim artırır. Kullanılan aktif karbon önceden de belirtildiği gibi yakılabilir

5.6. Atık Gaz Temizleme Ekipmanları

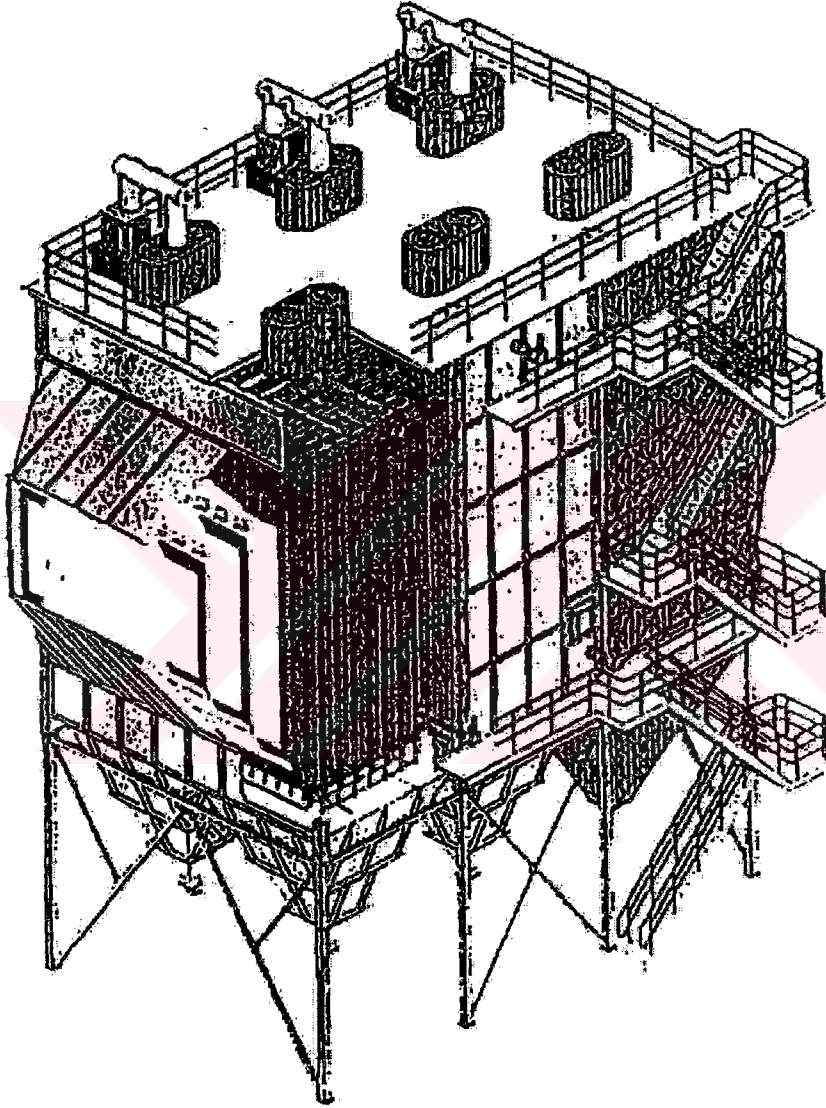
5.6.1. Elektrostatik Çöktürücü (ESP)

ESP'ler partiküler madde giderimi için oldukça verimli ekipmanlardır. Bir ESP kesiti Şekil 5.1'de gösterilmiştir. ESP'nin çalışmasında gaz, bir dizideşarj elektroduna doğru girer. Bu elektrodlar 1000-6000 voltla negatif yüklüdürler. Bu voltaj elektrodların etrafında bir korona yaratır. Negatif yüklenen partiküller koronaya doğru ilerlerler. Plakalar halinde monte edilmişdeşarj elektrodları toplama elektrodu tarafından sarılırlar.

ESP'ler 750°C sıcaklıkta çalışabilir şekilde dizayn edilebilirler. Verimleri sıcaklık ve nem içeriğine bağlı olarak değişir. Toplanan partiküllerin elektrodlardan düşürülmesi verimi doğrudan etkiler. Biriken tozlar işletmeyi etkileyecek ve verim düşecektir. Toplanan partiküllerin düşürülmesinde çeşitli yöntemler kullanılır. Bunlardan en yaygın kullanıma sahip olanı çekiçleme sistemidir. Sistemde çekiçler belirli aralıklarla plakalara vururlar ve toplanan partiküllerin aşağı düşmesini sağlarlar. ESP'nin altında ise düşen partikülleri toplayan toplama hunileri mevcuttur. Huniler ise külleri, sistemin kapalı kül toplama sistemine aktarırlar.

ESP dizaynında, partiküllerin direnci önemli bir parametre olarak karşımıza çıkar. Eğer küllerin direnci yüksek ise elektrik yüklerini toplama elektroduna bırakmaları mümkün olmayacaktır. Bunun sonucunda ise küller tabakalaşmaya sebep olacaktırlar. Oluşan bu tabakalaşma ise bir gerideşarj oluşturarak toplama elektrotlarına zarar verecektir. Eğer toplanan küllerin ağırlığı kendilerini taşıyabilecek elektrostatik kuvveti aşarsa, partiküller kendi ağırlıkları ile düşeceklerdir.

Atık gazın nem içeriği de partiküllerin toplanabilirliğine etki etmekte olup fazlalığı halinde toplanan küllerin çekiçleme ile düşürülmesini zorlaştıracaktır. Diğer faktörler kadar önemli olan plakalardan geçiş gaz hızı ise 0,6-1,2 mt/saniye olmalıdır. ESP'lerin ıslak tipleri de mevcut olup, akım su zerreciklerine yüklenir ve zerrecikler ise partikülleri taşırlar. Tablo 5.4.'de ESP dizayn parametreleri gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Elektrostatik Çöktürücü (ESP)

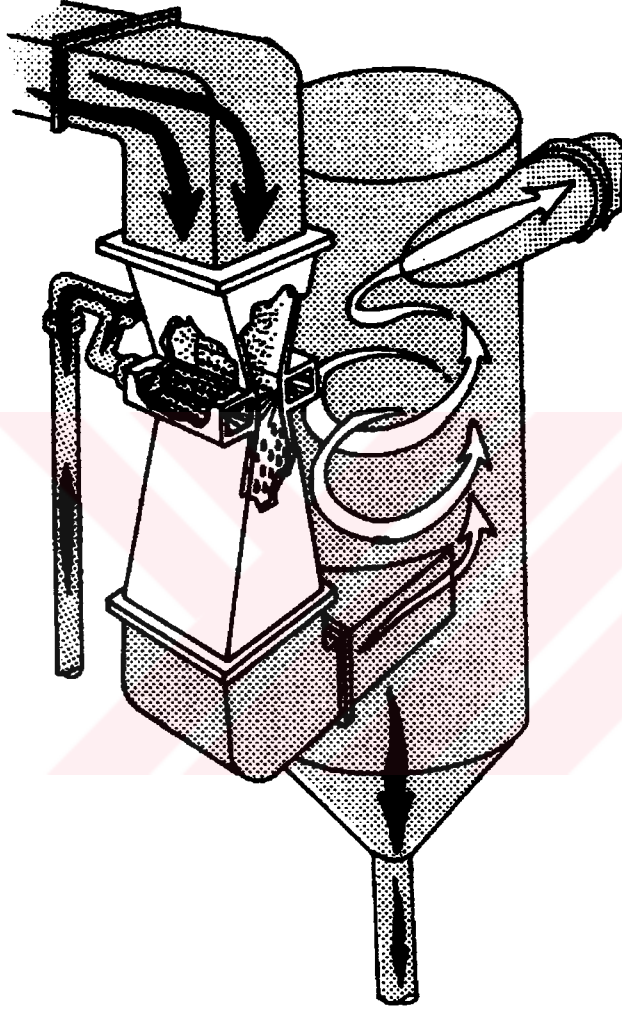
Tablo 5.4. ESP Dizayn Parametreleri

Partikül yükü, gr/acf	0,5 - 9		
İstenen verim, %	98 - 99,9		
Bölme sayısı	3 - 4		
Ortalama voltaj, kV	35 -55		
Ortalama akım, mA/30m ³	30 - 50		
Gaz hızı, m/sn	0,9 - 1,06		
Atık gaz sıcaklığı, °C	170 - 230 (partikül)	110 - 150	(asit-gaz kontrolü)
Atık gaz nemi, yüzde hacim	8 - 16 (partikül)	12 - 20	(asit-gaz kontrolü)
Kül direnci, ohm-cm	10 ⁹ - 10 ¹² (partikül)	10 ⁸ - 10 ⁹	(asit-gaz kontrolü)

5.6.2. Venturi Sıyırıcısı

Venturi sıyırıcıları oldukça yaygın kullanım alanına sahip yüksek verimli gaz temizleme ekipmanlarıdır. Sistemin merkezinde gazın daralan bölgeye doğru geçtiği bir venturi boğazı vardır. Gaz hızı burada yaklaşık 60-180 mt/sn'ye ulaştıktan sonra genişleme bölgesine geçer. Genişleme bölgesinden sonra gaz, partiküllerin ayrılacağı geniş bir bölüme veya başka bir sıyırıcıya aktarılır. Su, venturi boğazına püskürtülür. Bu dizaynda gazın her 300 m³'ü için 20-25 litre su gerekir. Venturi boğazlarının istenilen basıncın uygulanabilmesi için ayarlanabilen tipleri de mevcuttur. Venturi sıyırıcısı çıkış kısmına gazla beraber sürüklenebilecek su zerreciklerini tutmak için demister denilen zerrecik tutucular yerleştirilir.

Venturi sıyırıcısı veya diğer sıvı sıyırıcılarda ekipmanın yapıldığı malzeme oldukça önem taşımaktadır. İnsineratörden çıkan gaz sülfid ve halojen bileşikleri içerebileceğinden sıyırıcı sıvıda, asit formları oluşturabilirler. Korozyon kontrolü için metalik olmayan malzeme kullanımı gerekmektedir. Polyester, fiberglas, neopren ve epoksi anti-korozyon özelliklerine sahip olmalarının yanı sıra sıcaklığa karşı hassastılar. 80-100°C sıcaklığın üzerinde kalamazlar. Proses gereği, normal sirkülasyon sıvısının ani kesilmesi durumunda acil su sağlayabilecek sistemler kurulu olmalıdır. (Buonicore, A.J. and Davis, W.T., 1992. Air Pollution Engineering Manual, Van Nostrand Reinhold, New York.)



Şekil 5.2. Venturi Sıyırıcısı

5.6.3. Sıyırıcılar

Endüstriyel proseslerin çoğunda kullanılan klor veya sülfür gibi maddelerin türevleri zararlı atıkların önemli bir kısmını oluştururlar. Bu maddeler insineratörlerde bir asidik gaz deşarjına sebep olacaklarından arıtılmaları gerekmektedir.

Islak sıyırma prosesi atık gazın sıcaklığını düşürmesinin yanısıra, sistemdeki asidik komponentleri de uzaklaştırırlar. Önceki bölümde anlatılan venturi sıyırıcısını da içine alan ıslak sıyırıcılar, akım şemasında venturiden sonra aynı yıkama prensibine dayanan farklı pH'larda işletilen diğer sıyırıcı tipleri ile devam ederler. Ekipmanda alkali bir solüsyonla yapılan sirkülasyon atık gaz içerisindeki asitleri yıkar. Genellikle, nötralizasyon için kostik soda veya kireç kullanılır. Asidik gaz bileşiklerinin atık gazdan ayrılmasında kullanılan denklemler ayrı ayrı gösterilmiştir.

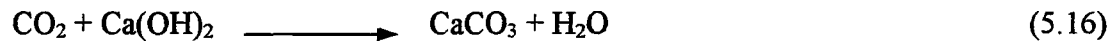
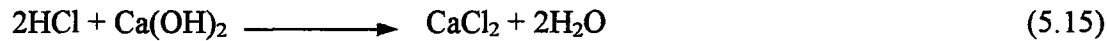
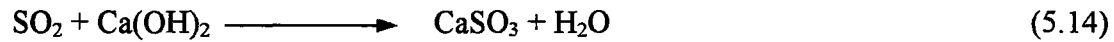
Kostik ile yıkama:



Yukarıdaki denklemlerde molekül ağırlıkları ile yapılacak bir oranlama sonucunda, 1 birim mevcut SO_2 'ye karşılık 1.25 birim kostik ihtiyacı ile 2.22 birim sodyum sülfat ve 0.28 birim su oluşumu görülecektir. Aynı şekilde 1 birim HCl , 1 birim kostik gerektirecek ve 1.61 birim NaCl ile 0.49 birim su oluşturacaktır.

Kireç İle Yıkama:

CaO formundaki kireç, su ile istenen seyreltiklikte kireç sütü oluşturularak beslenir. Bu karışımla oluşan Ca(OH)_2 şu reaksiyonları verir.



Kireç ile gerçekleşen denklemler için de bir oranlama yaparak gereken miktarların stoikiometrik değerlerini bulmak mümkündür. Ancak unutulmamalıdır ki, pratikte her zaman stokiometrik değerlerin fazlası kullanılmaktadır. Bu proseste ise fazlalık, gaz akışı içerisindeki karbondioksidi tutmak ve işletme şartları ile atık çeşitliliğinden

doğabilecek ilave ihtiyacı karşılamak için kullanılacaktır. Islak yıkayıcıların dizayn parametreleri Tablo 5.5.'de verilmiştir.

Tablo 5.5. Islak Yıkayıcı Dizayn Parametreleri

	<i>Venturi bölgesi</i>	<i>Absorblama bölgesi</i>
Gaz hızı, m/sn	30 - 45	2 - 3
Basınç farkı, mss	1 - 1,8	0,1 - 0,2
Yıkama maddesi	su	NaOH
pH (solüsyon)	< 1 -2	6,5 - 9
İmalat malzemesi	yüksek alaşımlı çelik	karbon çelik

Tabii ki, kostik mi, kireç mi kullanılacağına karar vermek gerekmektedir. Herbirinin maliyetini, buna karşılık tuzların çözünürlüklerini değerlendirmek gerekmektedir. NaOH'ın 10 kat fazla olan maliyetine karşılık tuzlarının çözünürlüğü fazla, ucuz olan kireçte ise çözünürlük düşük olmaktadır. Örneğin atık gaz temizlemede $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kullanıldığında beyaz kalsiyum sülfat çökeltileri oluşacaktır ve bu çökeltiler kontrol edilmezlerse tanklarda birikmelere ve hatlarda tıkanıklıklara sebep olabilirler. Maliyetler ve oluşacak tuzlar açısından optimum gerekler ve tercihler tespit edilerek işletmeye geçilmelidir. Tablo 5.6. ıslak ve kuru yıkayıcıların farkları verilmiştir.

Tablo 5.6. Islak ve Kuru Yıkayıcıların Arasındaki Farklar

<i>Kriter</i>	<i>Islak</i>	<i>Kuru</i>
HCl giderimi	daha iyi	yeterli
So _x giderimi	daha iyi (kostik)	yeterli
Partikül giderimi	yeterli	daha iyi
İnce partikül	düşük verim	verimli
Çıkan atık	atıksu	katı madde
Gözlenen duman	gözlenebilir	nisbeten temiz
Atık gaz ön ısıtması	gerekebilir	gerekmez
Korozyon potansiyeli	yüksek	düşük
Alan ihtiyacı	düşük	yüksek

6. İNSİNERATÖRLERDE ENERJİ GERİ KAZANIMI

Zararlı atık yakma tesislerine eklenmiş olan enerji geri kazanım üniteleri, atık gazın öncelikle soğutulması problemine çözüm bulmak amacıyla düşünülmüştür. Bir zararlı atık yakma insineratörünün amacı, zararlı atığı güvenli bir şekilde uzaklaştırmaktır. Enerji geri kazanımı yapan bir insineratör herşeyden önce bir atık yakma tesisidir. Bu gerçek doğrultusunda enerji üretiminin amaçlandığı atık yakılan bir tesis yerine, atığın güvenli ve uygun şartlarda yakılarak uzaklaştırıldığı, çıkan ısıнын da enerji geri kazanımında kullanıldığının anlaşılması çok önemlidir. Bununla beraber maddi getirisinin faydaları gözardı edilmemelidir.

Geri kazanılan enerji, buhar, sıcak su veya buhardan elde edilmiş elektrik şeklinde karşımıza çıkar. Eğer geri kazanılan enerjinin tesis içinde veya yakın mesafelerde kullanım alanı bulunmuyor ise ünitenin kurulma amacı olmayacaktır. Örneğin tesis içinde veya yakınında buhar kullanımı yoksa buhar üretimi gereksiz bir prosestir. Kazanda üretilen buharın proseste kullanımının yanısıra önemli bir getirisi de elektrik üretimidir. Elektrik üretimi kazandan uygun formda çıkan buharın türbin-generatöre gönderilmesi ile sağlanır. Burada üretilen elektrik enerjisi hem tesis ihtiyacını karşılamakta hem de elektrik şirketlerine satılabilmektedir.

Enerji geri kazanımının yapılması ve yapılmaması halinde ortaya çıkan durumlar karşılaştırmalı olarak anlatılmıştır.

- Enerji geri kazanımı(EGK) yapılması halinde fırından çıkan gaz sıcaklığı soğutulmuş olur; EGK yapılmaması durumunda ise elde yüksek sıcaklıklı bir gaz olacaktır;
- EGK yapıldığında, yapılmadığı duruma oranla daha az hava fazlası gerekecektir. EGK olmaması halinde fırın sıcaklığının kontrolü de zor olacaktır;
- EGK yapılmaması durumunda fırın hacmi çok büyük boyutlara ihtiyaç gösterecektir;
- EGK yapıldığında gaz hacmi azalacağından daha küçük gaz akış ekipmanlarına ihtiyaç duyulur. (Kolaczowski, S.T. and Crittenden B.D., 1988. Management of Hazardous and Toxic Waste in the Process Industries, Elsevier Applied Science, London.)

Bu özelliklerin yanı sıra;

- Kazan ünitesi için ilave ekipmanlar gerekir;
- Operasyon, hassasiyetle buhar üretiminin de gözlenmesini ve kontrolünü gerektirir. EGK yapılmaması halinde kontrol daha basitleşecektir;
- Kazan sisteminde korozyon ihtimali vardır. Dikkatli bir işletme ile sonrasında etkin bir bakım gerekir;
- Kazan sistemi varsa, fırın, özel eğitimli operatörler tarafından işletilmelidir.

EGK yapılan bir tesiste enerji üretimi ve satışı, mevcut ülke yasalarına göre düzenlenmeli ve yürütülmelidir.

6.1. Kazan Dizaynları

En sık karşılaşılan kazan dizaynları alev ve su borulu kazanlardır. Alev borulu kazan sistemlerinde ısı, su ile çevrilmiş tüplerin içinden geçen yanma ürünlerinden transfer edilir. Buhar kapasiteleri 4500-13000 kg/h'dir.

Su borulu kazanlar binlerce metre çelik borular içerirler. Yanma sonucu çıkan gazlar su borulu duvarlara ısılarını bırakarak, boru içlerindeki suyun buharlaşmasına sebep olurlar ve böylece buhar üretimi gerçekleşir. Minimum ısı kaybına yol açacak şekilde monte edilirler. Buhar kapasiteleri 9000-115000 kg/h'dir.

Kazan dizaynları yapılırken, seçilecek sistemin dayanıklılığı, işletme güvenilirliği, işletme ve bakım periyodlarında kolay temizlenebilirliği, sızdırmazlığı, ani ve istemeyen ısı değişikliklerindeki güvenilirliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bir insineratörün temel fonksiyonuna yardımcı olduğu düşüncesine bağlı olarak kazan ünitesi, maksimum ısı kazanımı değil maksimum güvenilirlik ve uygunluk sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir. Boru dizaynlarına maksimum önem verilmelidir.

Konvansiyonel su borulu kazanlarda boru aralıkları, gaz hızının 30-40 mt/sn olacağı şeklindedir. Bu hız değeri gaz sıcaklığının en yüksek olduğu ilk boru setinden geçişteki değerdir. Bu noktayı takiben gazın hızı ve sıcaklığı düşecektir.

Yanma sonucu oluşan atık gaz beraberinde çok sayıda partikül madde içermektedir. Bu maddelerin kazana etkisi aşındırıcılık ve pas, bunun sonucunda ise korozyon

olmaktadır. Bu etkiyi azaltmak için, borularla temasta olan gazın hızı 12mt/sn'in altında olmalıdır.

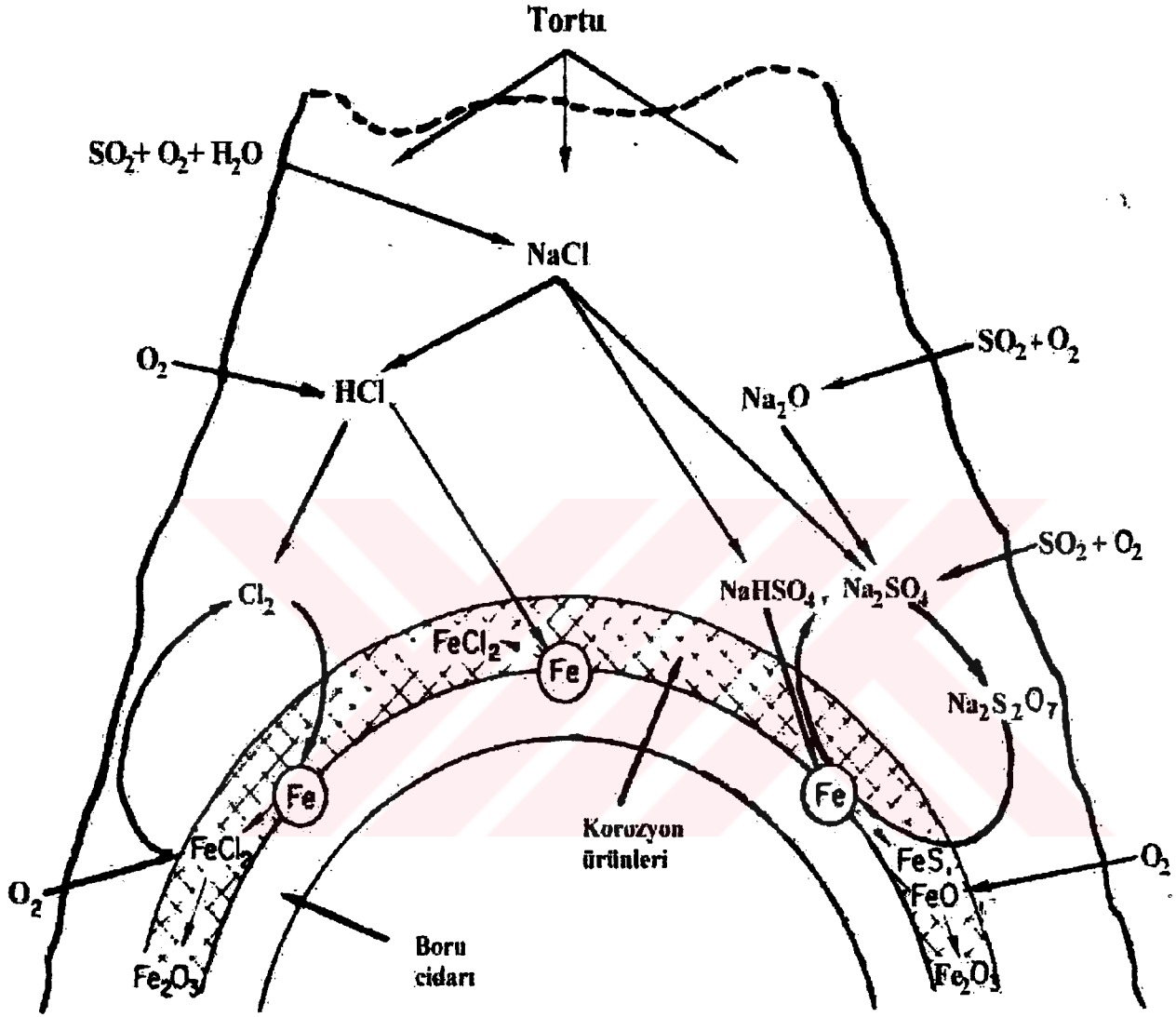
Diğer bir gözönüne alınması gereken nokta ise boruların yüzeyleridir. Yüzeyler pürüzsüz olmalıdır. Boruların girinti ve çıkıntıları ise yüzey alanını arttıracığından ısı transferi de artar. Bunun yanı sıra bu girinti ve çıkıntılar partiküllerin yüzeylerde birikmesine imkan vererek engel oluştururlar. Bu engelleme sonucunda ise borulardaki bazı noktalarda aşırı ısınma ve ısı transferinde düşüş görülür.

Bahsedilen iki önemli parametre olan düşük gaz hızı ve pürüzsüz yüzeyler bir kere daha gösteriyor ki, bir insineratör buhar üretici değil temelde atık uzaklaştırıcı bir tesistir. Birim zamandaki geçişin ve yüzey alanının fazlalığı, buhar üretiminin de fazla olacağını düşündürse de sistemin güvenilirliği esas olmalıdır.

6.2. Kazanlarda Oluşabilecek Korozyon

Boiler borularını etkileyen iki tip korozyon vardır. Bunlardan ilki olan düşük sıcaklık korozyonu, sülfirik asit ve hidroklorik asitin kondense hal alması ile belirir. Atıkta bulunan bu maddelerin bir kısmı, serbest klor, HCl, sülfürdioksit ve sülfürtrioksit dönüşürler. HCl ve sülfirik asit 150°C'nin altında kondense olurlar ve kondensatları çeliğe yönelir. Bu yüzden çelikten yapılmış boiler borularının sıcaklıklarını 150°C'nin üzerinde tutmak önemlidir.

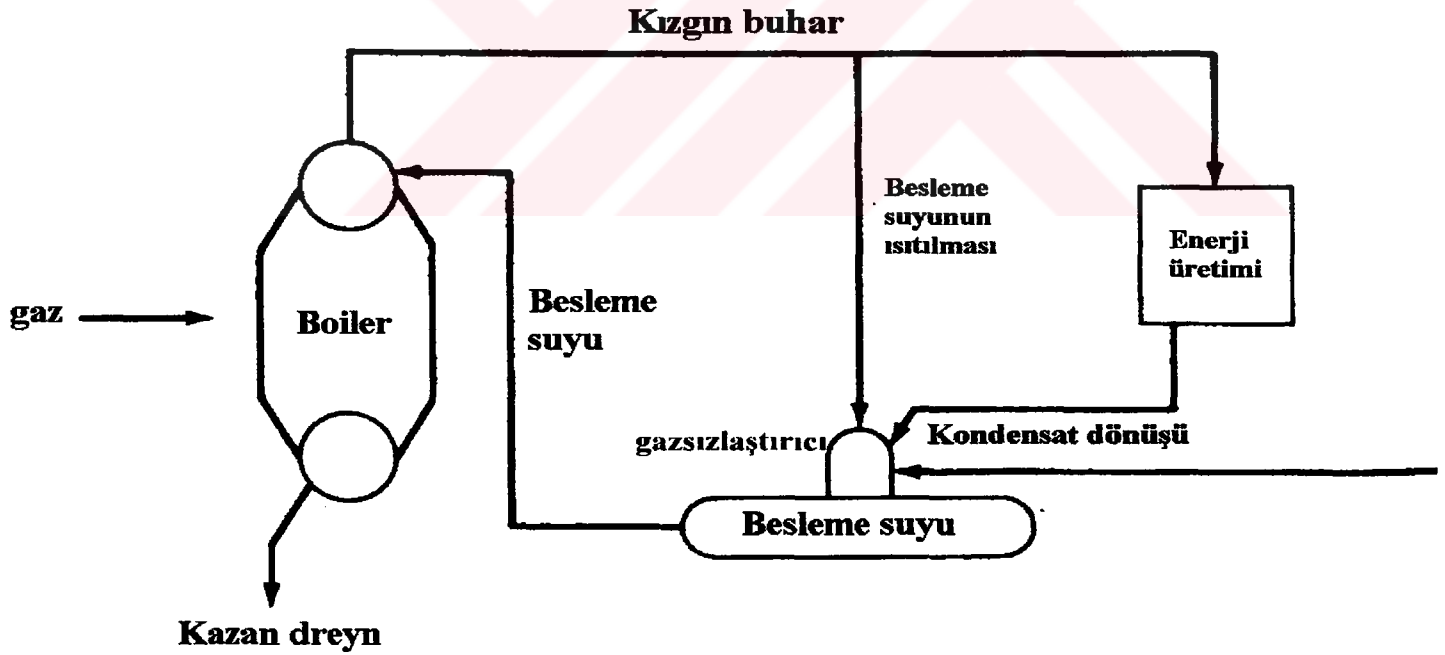
Yüksek sıcaklık korozyonu ise daha kompleksdir. 380°C geçildiğinde, sülfür ve klor arasında kompleks bir reaksiyon oluşur. Kazanlarda oluşan korozyon Şekil 6.1.'de gösterilmiştir. Boru duvarlarındaki klor ve demir, demirklorür oluşturmak üzere birlikte reaksiyona girerler. Bu demirklorür ise atık gazdaki oksijen ile temasa geçerek demiroksit oluşturacaktır. Demiroksit borularda birikerek pas oluşturacak, atığın içinde bulunan diğer bileşenler ise bu korozyonu arttıracaklardır. Genellikle klor, insineratör atık gazlarında yer almakta ve konsantrasyonu HCl'den daha düşük olmaktadır. HCl daha önemli bir komponent olup, korozyon etkisi gaz sıcaklığının 380°C'yi aşmasıyla artmaktadır.



Şekil 6.1. Kazan Borularında Korozyon Oluşumu

6.3 Buhar Üretimi

Tutulabilen ısı miktarı kullanılarak üretilecek olan buhar miktarını hesaplamamız mümkündür. Besleme suyu, sistemdeki buhardan faydalanılarak besleme sıcaklığına yükseltilir. Üretilen buhar kullanıldıktan sonra çürük buhar halini alır ve kondense edilmek üzere kondenser ekipmanına gönderilir. Buradan toplanan kondens sisteme geri beslenerek besleme suyu tankına verilir. Besleme suyu tankından çıkan su ısıtılarak sistemi sürekli beslemeye devam eder. Bütün bu adımlardan önce besleme suyu, boilerda korozyonu önlemek amacı ile demineralize su ünitesinde tuzlarından arındırılır. Sudaki çözünmüş oksijen gaz giderici tarafından alınır ve sertlik yapıcı tuzların giderimi için kimyasal maddeler kullanılır. Kullanılan bu kimyasallar arasında sodyumsülfat ve aminler sayılabilir. Bu kimyasalların sistemde birikmelerini önlemek amacı ile de kazan suyu sürekli olarak direyn edilir. Direyn edilen su miktarı, üretilen buharın %2-5'i kadardır. Şekil 6.2'de su-buhar çevrimi en basit hali ile görülmektedir.



Şekil 6.2. Kazanlarda Su-Buhar Çevrimi

7. İZMİT ZARARLI ATIK YAKMA ve ENERJİ ÜRETİM TESİSİ TANITIMI

7.1. İzmit Entegre Çevre Projesi

Hava, yeraltı suyu ve toprak kirliliğinin önlenmesiyle, İzmit Körfezindeki kirliliğin önlenmesi, koku probleminin giderilmesi, kentsel arazi kullanımının geliştirilmesi ve değer kaybının önlenmesi, halk ve çevre sağlığının korunması amacıyla İzmit Büyükşehir Belediyesi'nce hazırlanan İzmit Entegre Çevre Projesi, Bakanlar Kurulunca kabul edilerek 29.01.1993 tarih ve 21480 no.lu Resmi Gazetede 93K080390 proje numarası ile önemli ve ivedi projeler arasında yayınlanmıştır.

Yapım işinin ihalesi; Başbakanlık Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı, İçişleri Bakanlığı ve Çevre Bakanlığı onayları alınarak gerçekleştirilmiş olup, ihaleyi 307.050.000 DM bedelle Lurgi - Vinsan A.Ş. Konsorsiyumu almıştır. Konsorsiyumun temin ettiği yurt dışı krediler için Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı'nın uygun görüşü alınmış ve kredi anlaşmaları 11.03.1994 tarihinde imzalanmıştır.

İzmit Entegre Çevre Projesi içerisinde:

- Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi,
- Endüstriyel ve Evsel Katı Atık Düzenli Depolama Alanı,
- İzmit Doğu Kısmı Evsel ve Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi,
- Dere Islahları,
- Kollektörler'in yapımı öngörülmüştür.

24.05.1993 tarihinde yapılan ihale 28.05.1993 tarihinde onaylanmış olup, sözleşme 19.07.1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Proje öngörülen bitirme tarihi olan 17.08.1997'den önce 17.03.1997'de tamamlanmış olup yatırım bedeli 464.179.190 DM olarak sonuçlandırılmıştır.

7.1.1. Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisin Yeri ve Adresi

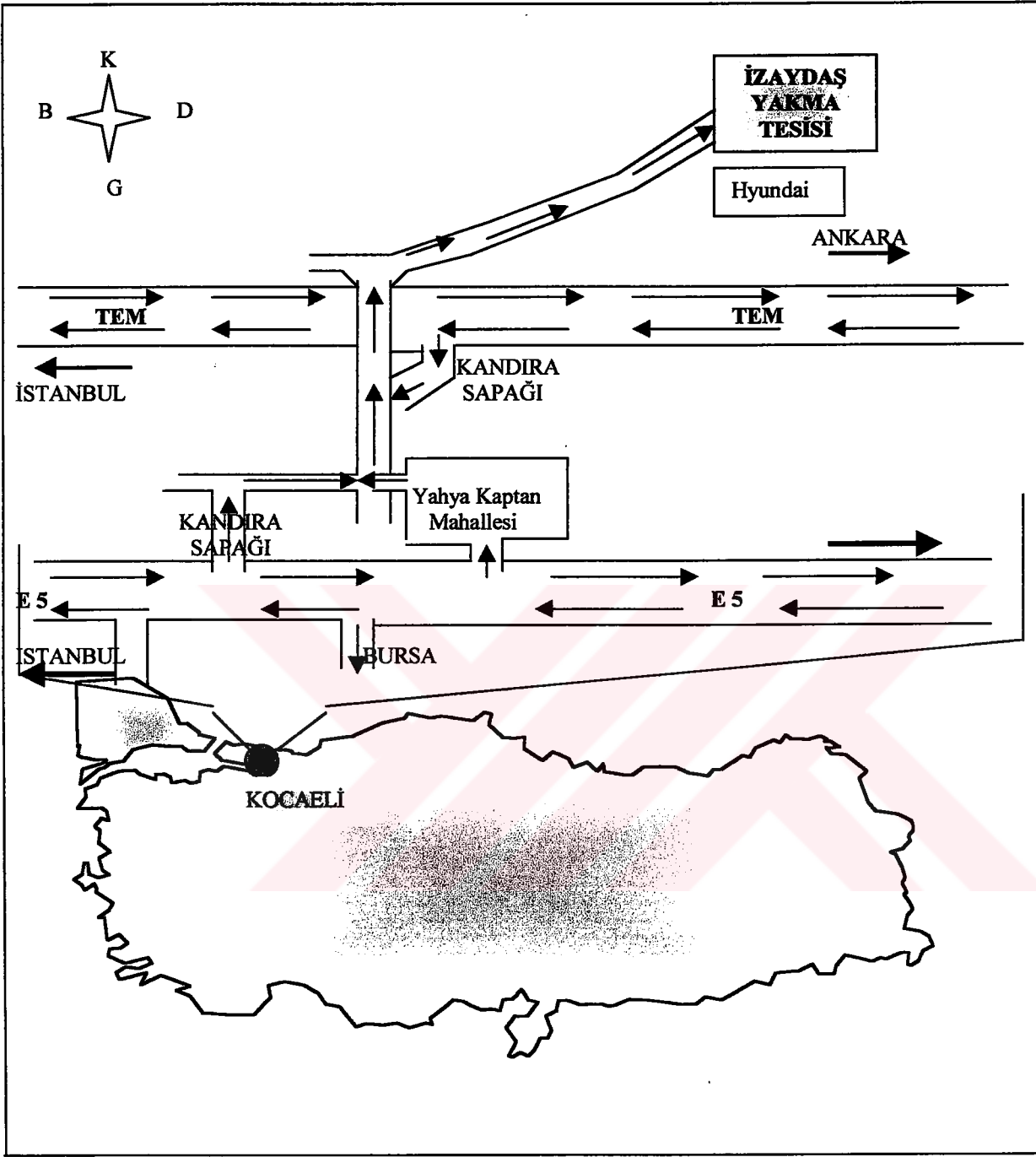
İzmit Entegre Çevre Projesi Kapsamında yapımı öngörülen ve gerçekleştirilen Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisleri ile Evsel ve Endüstriyel Katı Atık Düzenli Depolama Tesisleri için 800.000 m²'lik bir alan Sağlık Bakanlığı, Turizm Bakanlığı ve Çevre Bakanlığı'nın uygun görüşü ile Orman Bakanlığı'nca tamamen İzmit Büyükşehir Belediye Başkanlığı'na tahsis edilmiştir.

İzaydaş Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisinin yeri Şekil 7.1'de gösterilmiştir. Tesis İzmit'in 15 km. doğusunda yer almakta ve 31841 m²'lik bir alanı kapsamaktadır.

7.1.2. Tesislerin İşletimi

İzmit Entegre Çevre Projesi kapsamındaki yapılan tesisleri İzmit Büyükşehir Belediyesi'nce Mayıs.1996'da kurulan İzaydaş (İzmit Atık ve Artıkları Arıtma, Yakma ve Değerlendirme A.Ş.) işletmektedir.

Tesis bünyesinde şu anda 22 mühendis, 46 teknisyen ve 83 değişik branşta olmak üzere toplam 151 personel çalışmaktadır. Personel çekirdek kadrosu LURGI firması uzmanları ile yaklaşık iki yıllık teorik ve pratik eğitimlerini tamamlamış olup, tesis tamamen İzaydaş personeli tarafından işletilmektedir.



Şekil 7.1. Tesisin Coğrafi Konumu

7.1.3. Tesis Proses Tanıtım Özeti

İZAYDAŞ Klinik ve Tehlikeli Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi'nin çalışma prensibi; Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği Madde.4'te tanımlanan ve aynı yönetmeliğin Ek.6'sında belirtilen tehlikeli atıkların ve klinik atıkların Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre yakılarak bertaraf edilmesine dayanır. Tesis altı ana bölümden oluşmaktadır:

- Ara Depolama,
- Yakma,
- Buhar ve Enerji Üretme Sistemi
- Atık Gaz Temizleme Sistemi ve Atıksu Arıtma Sistemi
- Kül/ Curuf Toplama Sistemi

Şekil 7.2.'de akış şeması, Tablo 7.1.'de ise dizayn parametreleri gösterilmiştir.

Tablo 7.1. Tesisin Dizayn Parametreleri

• Yakma Kapasitesi	35 000	ton/yıl
	4.100	kg/saat
• Curuf Miktarı	600	kg/saat
• Toplam Isıl Değer	86	GJ/saat
• Buhar Üretimi	27,1	ton/saat (40 bar ve 350 °C da)
• Elektrik Üretimi	5.2	MWsaat
• Menü Kompozisyonu		
Katı Atık	2 000	kg/saat (% 48.8)
Fıçı	400	kg/saat (% 9.8)
Klinik Atık	100	kg/saat (% 2.4)
Yanabilir Sıvı Atık	1 000	kg/saat (% 24.4)
Sulu Atık	500	kg/saat (%12.2)
Özel Sıvı Atık	100	kg/saat (% 2.4)
Toplam	4 100	kg/saat
• Atık Isıl Değeri	20	GJ/saat
• Proses Parametreleri		
-Döner Fırın	95-120	dakika
Atık Kalış Süresi	14	saniye
Gaz Kalış Süresi		
-İkinci Yakma Odası	2.5	saniye
Gaz Kalış Süresi		

35.000 ton/yıl kapasiteli tesiste optimum koşullarda 2 ton/saat katı, 0.4 ton/saat fıçı, 0.1 ton/saat klinik atık, 1 ton/saat yanabilir sıvı, 0.1 ton/saat özel sıvı, 0.5 ton/saat sulu sıvı atıktan oluşan menü, Döner Fırın ve İkinci Yakma Odasında yakılarak bertaraf edilmektedir.

Atık kabulü ve yönetimi çerçevesinde tesise kabul edilen atıklar tartılarak kaydedilmekte ve numuneleri alınmakta, analizleri yapılarak ilgili ara depolama alanlarına gönderilmektedir.

Yakma işlemi; laboratuvar tarafından günlük hazırlanan yakma menüsü (oluşan menü toplam 4,1 ton/saat) dahilinde propan ile başlatılmakta ve fuel-oil beslemesi ile devam etmektedir. Döner Fırın sıcaklığı 900 °C'ye ulaştığında atık beslemesi başlatılmaktadır. Yakmanın optimum sıcaklıkta gerçekleşebilmesi için gerektiğinde menü fuel-oil ile zenginleştirilmektedir.

Atıklar;

- Döner Fırında 900-1100 °C sıcaklık aralığında ve ortalama 95-120 dakika kalış süresinde yakılmaktadır. Yanma sonucu oluşan gazların kalış süresi 14 sn' dir.
- Son Yakma Odasında 900-1200 °C sıcaklık aralığında ve min. 2.5 sn kalış süresince yakılmaktadır.

Üretilen ısı enerjisi; Döner Fırında 55 GJ/saat, İkinci Yakma Odasında 31 GJ/saattir. Yanma sonucu oluşan curuf, Döner Fırın-İkinci Yakma Odası birleşim yeri altından ıslak curuf konveyörlerine alınmakta, yapılan analizler sonucunda ilgili depolama alanlarında depolanmaktadır.

İkinci Yakma Odasından gelen 900-1200 °C'deki atık gaz,soğutma amacıyla 2500 m² ısıtma yüzeyli Atık Isı Kazanına girmekte ve 180-200 °C'de çıkmaktadır. Atık Isı Kazanında 350 °C sıcaklık ve 40 bar basınçta max. 27.1 ton/saat buhar üretilmektedir.

Üretilen bu buhar, Türbin-jeneratör ünitesine gönderilmekte ve 5.2 MWh elektrik enerjisi üretilmektedir. Üretilen enerjinin ~1.3 MWsaat'i tesis ihtiyacını karşılamak üzere kullanılmakta, kalan kısmı KEDAŞ ile yapılan anlaşma çerçevesinde ulusal sisteme satılmaktadır.

Atık Isı Kazanındaki küller buharlaştırıcı bölümünden ıslak k l konveyörüne, kızdırıcı ve ekonomizer bölümünden ise k l silosuna alınmakta ve daha sonra analizleri yapılarak ilgili depolama alanında depolanmaktadır.

Atık Isı Kazanı çıkışında sıcaklığı 180-200  C' ye düşen ve içindeki büyük toz partiküllerini bırakan atık gaz elektrostatik filtreden geçirilerek etkin bir toz ayrımı sağlanmaktadır. Elektrostatik Filtrenin verimi ortalama % 99,63 tür. Elektrostatik Filtrede tutulan tozlar k l konveyörü ile kül silosuna, buradan da geçirimsiz büyük torbalara alınarak Düzenli Depolama Alanındaki tehlikeli atık lotunda depolanmaktadır.

Elektrostatik Filtreden çıkan gaz Venturi Yıkayıcısında % 10 konsantrasyonlu kireç sütü çözeltisi ile ters akımlı olarak yıkanmaktadır. Yıkayıcıda halojen bileşikleri ve ağır metaller tutulmaktadır.

Venturi Yıkayıcıdan çıkan gaz damlacık tutuculardan geçirilerek, nötralizasyon, oksidasyon ve absorpsiyon bölümlü Kireç Püskürtmeli Yıkayıcıdan geçirilmekte, SO₂ ve atık gaz içerisinde kalan halojen bileşiklerinin ve ağır metallerin kalanları tutulmaktadır.

Kirlilik yükü içeren yıkama çözeltileri Fiziksel Kimyasal Arıtma  nitesine gitmekte, çözeltiye TMT-15, FeCl₃, polielektrolit ve % 10'luk kireç çözeltisi katılarak arıtım sağlanmaktadır. Temizlenen atıksu, laboratuarda analizleri yapıldıktan sonra, önce tesis bünyesindeki DAF  n arıtım sisteminden geçirilmekte, daha sonra İZAYDAş bünyesindeki Endüstriyel ve Evsel Atıksu Arıtma Tesisi'ne gönderilmektedir.

Fiziksel-Kimyasal Arıtma  nitesindeki   kt r c den alınan  amur Filtre Prese gönderilerek susuzlaştırılmakta ve kek haline getirilmekte, laboratuarda analizleri yapılarak Düzenli Depolama Alanındaki ilgili atık lotunda depolanmaktadır.

Temizlenmiş 50-58  C sıcaklıktaki baca gazı, Ana Emme Fanı aracılığı ile bacadan atmosfere verilmektedir. Fan ile baca arasında Baca Gazı Analiz Odası bulunmaktadır. Bu odada bulunan FTIR, FID ve Toz  l  m Cihazları ile Toz, HCl, HF, NO_x, SO₂, CO, CO₂, O₂, Nem, TOC  l  mleri sürekli olarak yapılmaktadır. Alınan değerler Kontrol Odasından on-line olarak takip edilmekte ve iki dakikada bir otomatik olarak kayda geçmektedir. Söz konusu değerler Kocaeli İl  evre Müdürlüğü, İzmit Büyükşehir Belediyesi  evre Koruma Daire Başkanlığı ve

İZAYDAŞ Genel Müdürlüğü'nde kurulmuş olan bilgisayar ağına bağlı terminallerden sürekli olarak izlenebilmektedir.

Sürekli ölçüm cihazı kalibrasyonları;

FTIR kalibrasyonu; ilk kurulum aşamasında bir defa yapılır. Bu kalibrasyon Hartmann&Braun tarafından yapılmıştır. Kalibrasyonun, Optik kısımların değiştirilmesi veya bakımı yapıldığında tekrarlanması gerekmektedir. Kalibrasyon kontrolü Sertifikalı gazlar ile periyodik olarak 6 ayda bir eğitimli İZAYDAŞ personeli tarafından yapılmaktadır. Cihaz günde iki defa otomatik olarak zero kalibrasyonunu yapmaktadır. Zero kalibrasyon için kullanılan havanın kurutulması ve karbondioksitinden arındırılması için PEAK 606850 CO₂ Removal Purifier kullanılmaktadır.

FID kalibrasyonu; her gün zero ve span kalibrasyonlarını cihaz kendi kendine otomatik olarak yapar. Kalibrasyon gazı olarak sertifikalı propan ve azot gazını kullanır.

Toz Ölçüm Cihazı kalibrasyonu; ilk kalibrasyonu üretildiği fabrikada yapılmıştır. Kalibrasyon kontrolleri her ay düzenli olarak eğitimli İZAYDAŞ personeli tarafından “checking rod” lar ile yapılmaktadır.

Tesisteki proseslerin kontrolü ve yönlendirilmesi, Kontrol Odasında bulunan COROS bilgisayar istasyonları vasıtasıyla operatör ve vardiya amiri tarafından yürütülmektedir. Tesisteki tüm enstrümanlar PLC istemiyle otomatik olarak çalışmaktadır.

Tesiste arızai bakım, periyodik bakım ve duruş bakımları, Mekanik, Elektrik, Elektronik ve İş Makineleri Bakım Üniteleri tarafından titizlikle yürütülmektedirler.

7.2. Tesisin Tanıtımı

7.2.1. Ara Depolama Alanları

7.2.1.1. Bunker

Toplan kapasitesi 2500 m³ olan ve 3 gözden oluşan Bunker’de vinç yardımı ile döner fırına beslenecek olan atıklar depolanmaktadır. Bunker’de depolanan atıkların oluşturduğu gaz, sekonder hava fanı ile çekilerek yanma havası olarak döner fırına beslenmektedir. Böylelikle atıktan kaynaklanan koku ve gaz üretimi kontrol altına alınmış olur ve fırına katkı değeri yüksek bir hava beslemesi yapılır. Bunker üzerinde ihtiyaç duyulduğunda kullanılmak üzere havalandırma kapakları mevcuttur. Depolama alanı acil hallerde yangın ihtimaline karşı köpük sistemi ile donatılmıştır.

7.2.1.2. Tank Çiftliği

Titreşimli Izgara; tesise gelen sıvı atıkların içinde bulunabilecek partikülleri (D>3 mm.) elek prensibi ile ayırmak için kullanılır. Çalışması esnasında adından da anlaşılacağı gibi titreşim yapmaktadır.

Topraklamaları yapıldıktan sonra titreşimli ızgaraya bağlanan tanker veya konteynerler kot farkı kullanılarak cazibe ile ızgaraya beslenirler. Izgaradan geçen sıvı atıklar bir pompa yardımı ile depolama tanklarına alınırlar. Sistemde hava ile teması kesmek için inert gaz olarak azot kullanılmaktadır.

Yanabilir Sıvı Atık Tankları; Yanabilir sıvı atıkların depolanmasında kullanılmak üzere 50’şer m³ hacimli 4 adet depolama tankı mevcuttur. Titreşimli ızgaradan geçirilen atıklar ilk olarak bu 4 adet tankda depolanacaktır.

Karıştırma Tankları; Titreşimli ızgaradan geçirildikten ve yanabilir sıvı tanklarında depolandıktan sonra atıklar, laboratuvarın analizleri sonucunda yanmaya uygun hale getirilmek üzere son olarak yine 50’şer m³ hacimli 2 adet karıştırma tankında depolanırlar. Kalorifik değerleri yüksek olan yanabilir sıvıların döner fırın ve ikinci yanma odası brülörlerine beslenmeleri karıştırma tanklarından yapılmaktadır.

Sulu Atık Tankları; Sulu atıklar da yanabilir sıvı atıklar gibi titreşimli ızgaradan geçirilmekte ve 50 m³ kapasiteli 2 adet tankda depolanmaktadırlar; ikinci yanma odasına beslemeleri buradan yapılmaktadır.

Yakıt Tankları; Tank Çiftliğinde her biri 50 m³ kapasiteli biri 4 numara fuel-oil, diğeri 6 numara fuel-oil depolanması amacı ile 2 adet yakıt tankı mevcuttur. İlk devreye alma ve gerektiğinde sıcaklığı yükseltici yardımcı yakıt olarak kullanılacak yakıtların depolandığı tanklar, donmanın olmaması ve iyi bir tutuşma sağlanabilmesi için ısıtma sistemi ile donatılmışlardır.

Tank çiftliğinde bulunan bütün tanklar gerek lokal gerekse Kontrol Odasından gözlenebilen sıcaklık ve seviye göstergelerine sahiptir. Yakıt tankları hariç diğer tanklarda çökelmenin meydana gelmemesi için karıştırıcılar mevcut olup, hava ile temasın kesilmesi yine azot beslemesi ile sağlanmaktadır. Tank çiftliğindeki tanklar yangın riskine karşı soğutmalı olup, alan köpük sistemi ile donatılmıştır.

7.2.1.3. Özel Sıvı İstasyonu

Özel Sıvı Atık İstasyonunda iki adet 5 m³ kapasiteli, özel olarak tasarlanmış konteyner bulunmaktadır.

Potansiyel tehlike oluşturmaları, toksik olmaları ya da diğer sıvı atıklarla depolanmaya elverişli olmamaları yüzünden özel sıvı atıklar ara depolama yapılmadan bu konteynerlerden Döner Fırın veya İkinci Yakma Odası lenslerine beslenirler.

7.2.1.4. Fıçı Deposu

Fıçı deposu, fıçılarla getirilen atıkların ara depolamalarının yapıldığı alandır. Aşağıdaki alanlardan oluşmaktadır.

- A Numune Alma Alanı
- B Ara Depolama Alanı (kapasite: 86 palet)
- C Tutuşabilir ve Yanabilir Atık Deposu (kapasite: iki kat halinde 658 palet)
- D Toksik Atık Deposu (kapasite: iki kat halinde 336 palet)
- E Fıçı Boşaltma Alanı

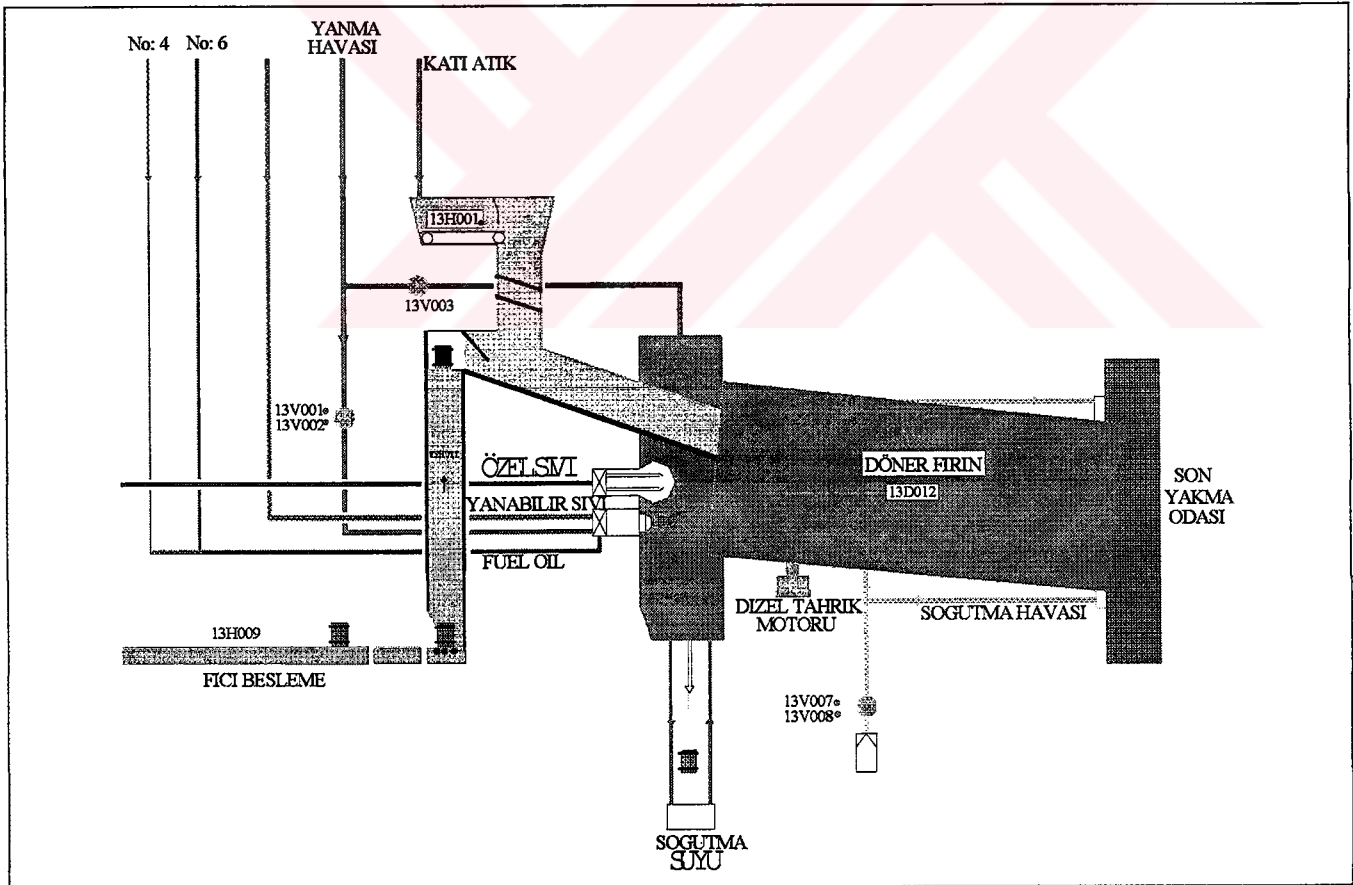
Çelik plaka kaplanmak sureti ile fıçı deposunun zemininin sızdırmazlığı sağlanmıştır. Dökülme, sızma ve yıkama yapılması sonucunda sıvılar, depolama

alanına ait rögarlarda toplanmakta, buradan da analizleri yapılarak uygun depolama tankına depolanmaktadırlar. Böylelikle alandan sızabilecek kimyasallar izole edilmiş olmaktadır.

A'dan E'ye kadar olan alanlar, yağmura karşı üstü kapalı ve yan duvarları olmayan doğal havalandırmanın sağlandığı bir şekilde kapatılmışlardır.

7.2.2. Döner Fırın

Tesiste yakma işlemi önce Döner Fırın, sonrasında İkinci Yakma Odası'nda olmak üzere iki kademede gerçekleştirilmektedir. Döner Fırın şematik diyagramı Şekil 7.3'de, dizayn parametreleri ise Tablo 7.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 7.3. İZAYDAŞ Yakma Tesisi Döner Fırın Şematik Gösterimi

Tablo 7.2. Döner Fırın Dizayn Parametreleri

Yapımcı		Dizayn Parametreleri		
BABCOCK GMBH	BSH	İşletme Sıcaklığı	900-1100	°C
		Max. Sıcaklık	1200	°C
		Max. Isı Üretimi	49-55	GJ/h
		Atık Gaz Çıkışı	30000-35000	Nm ³ /saat
		Atık Kalış Süresi	95-120	dak.
		Atık Gaz Kalış Süresi	14	sn.
		Dönme Hızı	5-60	devir/saat
		İç Basınç	(-10) - (30)	mbar
		Brülör	2	adet
		Lens	2	adet
		İç Çap	3.66	m
		Dış Çap	4.20	m
		Uzunluk	12	m
		İç Hacim	129	m ³

Döner Fırın, gövdesi çelikten yapılmış, içi ateş tuğlaları ile kaplı, dönmeyi sağlayan dişli ve motor tertibatına sahip uzunlamasına silindirik bir yapıdır. Önceki bölümlerde anlatılan sistemle aynı olup elektrik kesintilerinde dönüşün kesilmemesi ve yanmanın devam ettirilebilmesi için bir dizel motora sahiptir. Literatürde anlatıldığı gibi ikinci yanma odasına doğru eğimli ve yatay ekseninde dönmekte olup paralel akışlı bir sistemdir.

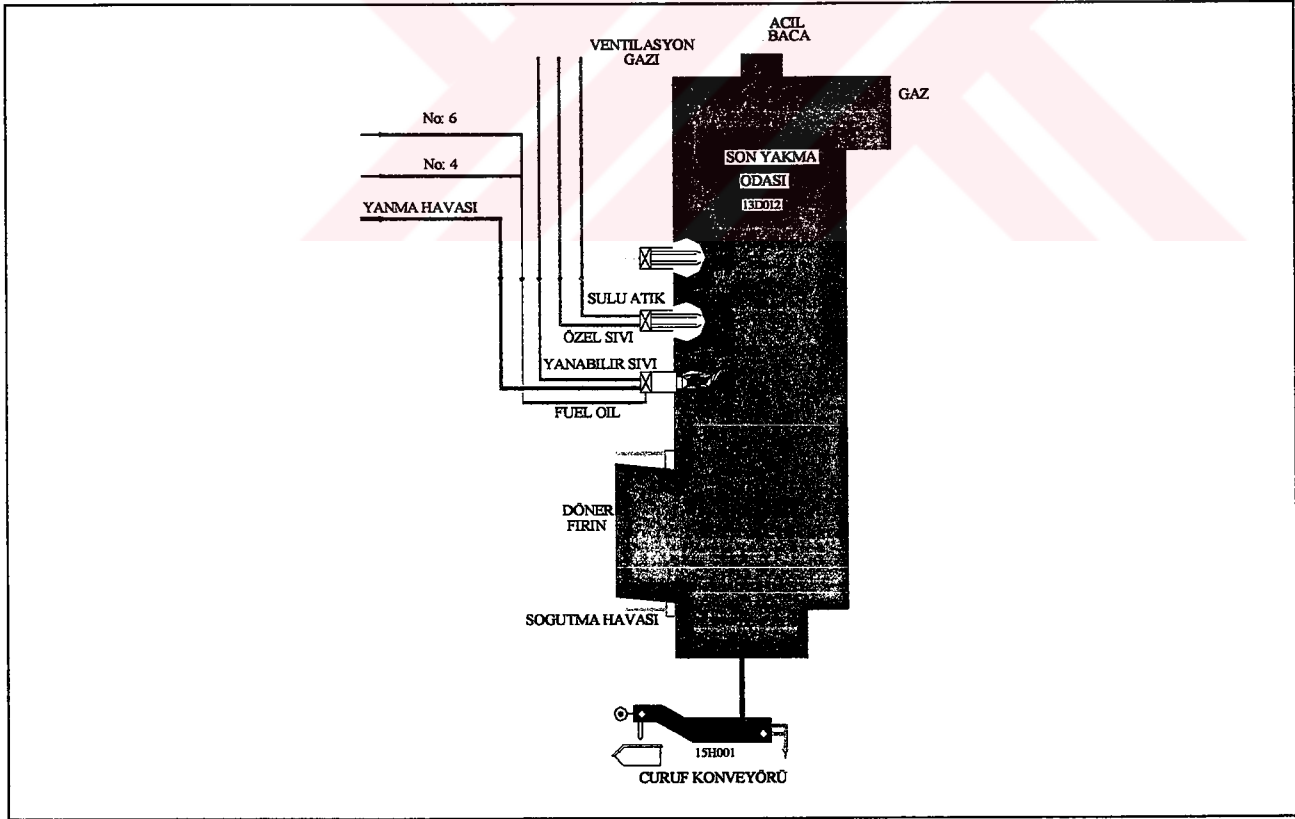
Döner Fırının ön duvarında atık besleme mekanizmaları ve aynı anda hem yakıt hem yanabilir sıvının yakılabildiği çift beslemeli 2 adet brülör ile 2 adet özel sıvı lensi bulunmaktadır. Ön duvarın soğutma işlemi soğutma suyu ile, Döner Fırının İkinci Yanma Odası ile bağlantı noktasının soğutulması ise soğutma havası yardımı ile yapılmaktadır.

Döner Fırının sıcaklık farkları ve dönüş hareketinden dolayı yapacağı ileri geri hareket ise yine bir motor ile kontrol altına alınmıştır. Hareketli halka sisteminin takıldığı tekerleklerin yerinden çıkmasını önlemek için boylamasına bir kılavuz bulunmaktadır. Böylece Döner Fırın haznesi kontrollü bir şekilde fırın eksenini boyunca hareket etmektedir. Eksenel kuvvetler, basınçlı tekerlek sisteminden Döner Fırının üstteki gezdirmeye halkalarına aktarılmış olduğundan fırın, ± 30 mm aralığında hareket edebilmektedir. Boylamasına kılavuz hem elektrik hem de dizel motor tahriklidir.

Yanma sonucu cüruf halini alan atıklar Döner Fırının İkinci Yanma Odası'na bağlantı noktasından ıslak tip cüruf konveyörüne dökülerek, konteynerlere alınırlar. Çıkan cürufun yapılan analizler sonucunda ilgili "Katı Atık Düzenli Depolama Alanı" lotuna depolanmasıyla nihai olarak uzaklaştırılması sağlanmış olur.

7.2.3. İkinci Yakma Odası

İkinci Yakma Odası, Döner Fırının hemen çıkışında yer almakta olup buradan çıkan gazların daha yüksek bir sıcaklıkta yakılması sonucunda organik maddelerin imhasını sağlamaktadır. Döner Fırında bulunan brülörlerin aynılarından 3 adet, yine özel sıvı lenslerinden 2 adet, ilave olarak ise 2 adet sulu atık ve 1 adet atık gaz lensine sahiptir. Yakıt brülörlerinin devreye alınması sıcaklığa bağlı olarak yapılmaktadır. Atık gaz lensi, tank çiftliğinde azotla hava koruması yapılan tanklardan gelen kullanılmış azotun taşıdığı, buharlaşma sonucunda açığa çıkan tanklardan gelen gazların yakılmasında kullanılmaktadır. İkinci Yakma Odası şematik diyagramı Şekil 7.4.'de, dizayn parametreleri ise Tablo 7.3.'de verilmiştir.



Şekil 7.4. İZAYDAŞ Yakma Tesisi İkinci Yanma Odası Şematik Gösterimi

Tablo 7.3. İkinci Yakma Odası Dizayn Parametreleri

Yapımcı	Dizayn Parametreleri		
BABCOCK BSH GMBH	İşletme Sıcaklığı	900-1200	°C
	Max. Sıcaklık	1350	°C
	Max. Isı Üretimi	31	GJ/saat
	Atık Gaz Çıkışı	30000-40000	Nm ³ /saat
	Min Atık Gaz Kalış Süresi	2.5	sn.
	Brülör	3	adet
	Lens	5	adet
	Alt İç Çap	5	m
	Üst İç Çap	4.1.	m
	Yükseklik	20.9	m

İkinci Yakma Odası ateşe dayanıklı kaplaması bulunan silindirik bir hazne şeklindedir. İkinci Yakma Odasının çıkışında gaz sıcaklığı 1100-1300 °C olup gazların bekleme süresi 2.5 saniyedir.

İkinci Yakma Odasının üstünde Ana Emme Fanının durması sonucunda döner fırının iç basıncının pozitif değere ulaşması ve limitleri aşması sonucunda sistemi bu basınca karşı korumak amacı ile bir acil çıkış bacası bulunmaktadır.

Acil Çıkış Bacasının açılması durumunda Döner Fırına ve İkinci Yakma Odasına hava, yakıt ve atık beslemeleri otomatik olarak kesilmektedir. Otomasyon sisteminin tekrar devreye alınması ile birlikte baca kapatılmakta ve sistem normal operasyonuna devam etmektedir.

7.2.4. Besleme Sistemleri

7.2.4.1. Katı Atık Besleme Sistemi

Katı atık besleme sistemi yürüten bant ve besleme fleplerinden oluşmuştur. Flepler sıra ile açılıp kapanarak fırına havanın girişini ve alevin çıkışını engellerler. Katı atıklar Şekil 7.3.'de gösterilmiş olan, besleme ağzında bulunan banda vinç yardımı ile aktarıldıktan sonra, bandın ve besleme fleplerinin çalışma sürelerinin set edilmesi ile döner fırına beslenmeye başlarlar. Sistem otomatik beslemenin yanısıra manuel olarak da hareket ettirilebilmektedir. Katı atığın yanması esnasında gerekli olan yanma havası sekonder hava fanı yardımı ile, oksijen miktarına bağlı olarak akış

kontrollü bir şekilde Döner Fırına beslenmektedir. Besleme ağzı yangın ihtimaline karşı söndürücü toz sistemine sahiptir.

7.2.4.2. Fıçı Besleme Sistemi

Fıçı Besleme Sistemi, yürüyen bantlar, fiçilerin beslemeden önce kayıt ve kontrol amaçlı son kez tartıldığı kantar, besleme asansörü ve besleme flebinden oluşmuştur. Fıçı depolama sahasından üniteye forklift yardımı ile getirilen fiçiler, operatör tarafından, laboratuvarın analizler sonucu hazırladığı menüye uygun bir şekilde belirtilen sıralarda besleme konveyörlerine dizilirler. Katı atıkların beslenmesinde olduğu gibi besleme zamanları set edilen ve sıralanmış olan fiçiler, önce bantların hareketi daha sonra tartım işlemi, fiçilerin asansörle döner fırının girişinde bulunan besleme ağzına çıkartılması ve flebin açılması ile döner fırına beslenirler.

Fiçilerin tartım sonuçları, Kontrol Odasında bulunan bir yazıcıdan çıkartılmakta ve kayıt edilmektedir. Sistemin manuel kumandası da mümkün olmaktadır.

7.2.4.3. Yakıt Besleme Sistemi

4 numara ve 6 numara fuel-oilin depolandığı yakıt tanklarında, brülörlere yakıtı iletebilmek için biri yedek ikişer pompa bulunmaktadır. Sistemin basıncı geri dönüş hattındaki basınç kontrol vanası ile kontrol edilmektedir. Brülörlerdeki akış otomatik olarak ayarlanmakta ve yakma-söndürme işlemleri Kontrol Odasından otomatik olarak yapılmaktadır. Devreden çıkartılacak olan bir brülör, söndürme programı ile içerisindeki yakıtın brülörde tıkanma yapmaması için azotla püskürtme yapılarak söndürülür. Yanma havası olarak kullanılan primer hava, hava fanları ile brülörlere beslenmektedir.

Yakıt boruları yalıtkan yapıda olup donmayı engellemek amaçlı ısıtma sistemine sahiptirler.

7.2.4.4. Sıvı Atık Besleme Sistemi

Döner Fırına ve İkinci Yanma Odası'na beslenecek olan sıvı atıklar tank çiftliğindeki pompalar sayesinde bulundukları tanklardan, kullanılacak olan brülörlere basılarak yakmaya alınırlar. Akış kontrolü yakıtlarda olduğu gibi otomatik ayarlı ve kontrollüdür. Aynı şekilde ihtiyaç duyulan yanma havası brülörlere ait hava fanları ile otomatik akış kontrollü olarak sisteme verilir.

7.2.4.5. Özel Sıvı Atık Besleme

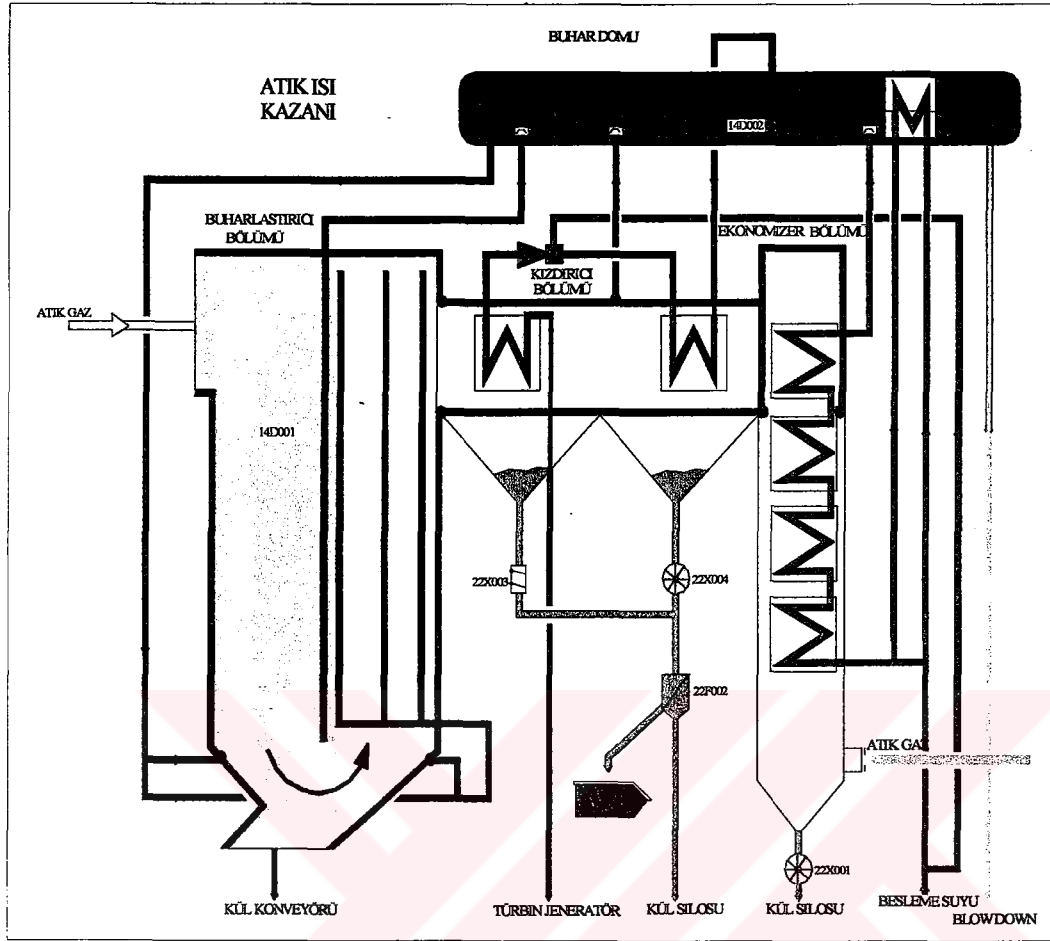
Konteynerlerden alınan özel sıvı atıklar, pompa vasıtasıyla Döner Fırın veya İkinci Yakma Odasında bulunan özel sıvı atık lenslerinden beslenirler. Akış aynı şekilde otomatik kontrollüdür. Özel sıvı atık konteyner istasyonu zemini, sızabilecek atıkların yayılarak zarar vermelerini önlemek amacı ile bir hat vasıtasıyla, kapalı 2 adet konteynere bağlanmıştır. Zamanla dolan tanklar alınarak sisteme geri beslenirler.

7.2.5. Kazan Sistemi

İkinci Yakma Odasından sonra yer alan kaza sistemi, su borulu ve doğal sirkülasyonlu kazanlara bir örnektir. Toplam 2500 m² ısıtma yüzeyine sahip sistem, buharlaştırıcı, kızdırıcı ve soğutucu bölümlerinden oluşur. İkinci Yanma Odasını terk eden gazlar ilk bölüme girerek ısılarını, beslemesi demineralize su ile yapılan kazanın içleri su dolu borularına bırakırlar ve böylece ısı transferi yolu ile kaynama ve devamında buharlaşma başlamış olur. Oluşan buhar yükselerek buhar tankına ulaşır ve oradan da sıcaklığının yoluna devam eden atık gaz sıcaklığı ile artırılarak kızgın buhar halini alacağı 2. bölüme yani kızdırıcıya geçer. Buradan da türbine girecek olan buhar elektrik üretiminde kullanıldıktan sonra çürük buhar olarak yoğunlaştırılıp besleme suyu sistemine geri besleneceği kondensere girer. Atık gaz ise son bölüm olan soğutucu kısmından yaklaşık olarak 180-200°C sıcaklığında çıkarak gaz temizleme ekipmanlarına geçer.

Kazan girişinde ortalama 1100-1250°C olan atık gazın sıcaklığının kazan çıkışında 200°C'a düşürülmesi ile insineratör sisteminde enerji geri kazanımı dediğimiz sistem uygulanmış olup, atık gazın, gaz temizleme ekipmanlarına girebilmesi için düşürülmesi gereken sıcaklığına bu uygulama ile ulaşılmış olunur.

Üretilen elektrik ile enerji kesilmelerinde yaşanabilecek prosesin kesilmesi, sıcaklıkların düşmesi sonucunda fırın içerisindeki atığın ve gazın yanmadan sistemi terk etmesi problemi ortadan kaldırılmış olacaktır. Kazan sisteminin şematik gösterimi Şekil 7.5.'de, dizayn parametreleri ise Tablo 7.4.'de gösterilmiştir.



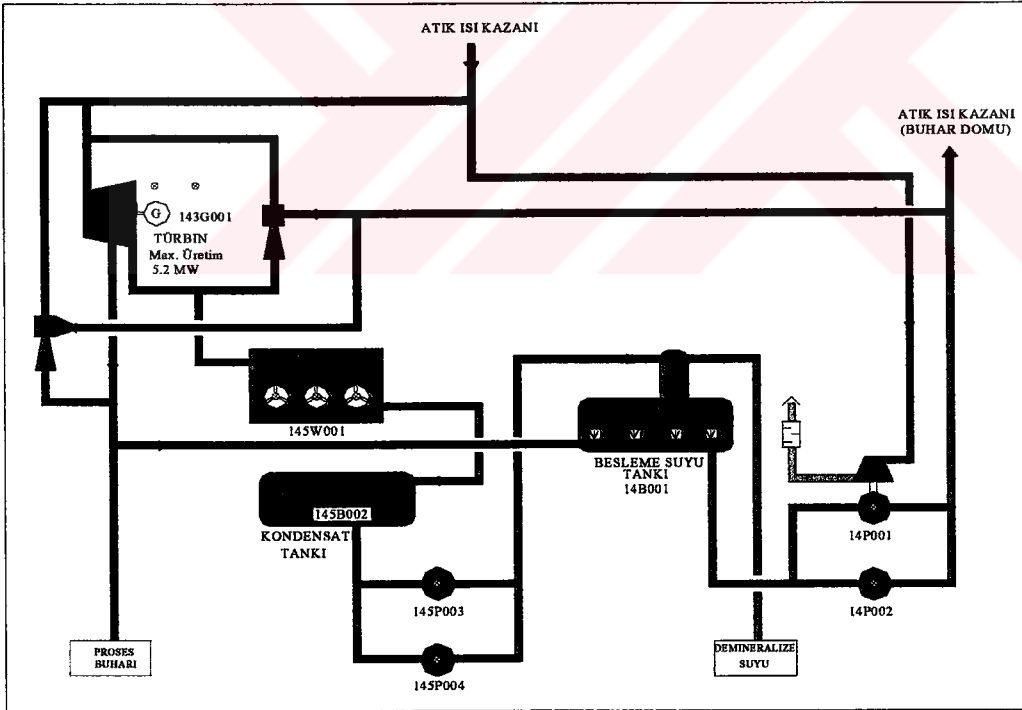
Şekil 7.5. İZAYDAŞ Yakma Tesisi Kazan Sistemi Şematik Gösterimi

Tablo 7.4. Kazan Sistemi Dizayn Parametreleri

Yapımcı	Dizayn Parametreleri		
HOHENTHURM	Atık Gaz Giriş Sıcaklığı	900-1200	°C
	Atık Gaz Çıkış Sıcaklığı	180-200	°C
	Besleme Suyu Sıcaklığı	130-160	°C
	Atık Gaz Çıkışı	30000-40000	Nm ³ /h
	Atık Gaz Kalış Süresi	14	sn
	Max Buhar Üretimi	27.1	ton/h
	İşletme Basıncı	40	bar
	Max. İşletme Basıncı	50	bar
	Kızgın Buhar Sıcaklığı	350	°C
	Isıtıcı Yüzeyler	2500	m ²
	En	3	m
	Boy	15.5	m
	Yükseklik	26	

7.2.6. Türbin-Generatör

Atık Isı Kazanında elde edilen 21.7 ton/h, 40 bar ve 350 °C'lik buhar Türbin-Generatör'e girerek 5.2 MWh'lık elektrik enerjisi üretiminde kullanılır. Tesis ihtiyacı ortalama 1.3 MWh'tir. Üretilen fazla enerji enterkonnekte sisteme verilmektedir. Enerji kesilmelerinde ise Türbin-Generatör grubu tesisi beslemeye devam etmekte ve elektrik enerjisi kesintisiz sağlanmış olmaktadır. KEDAŞ'tan enerji kesilmesi ve Türbin-Generatör'ün devrede olmadığı durumda ise 1000 kVA'lık Acil Diesel Jeneratör otomatik olarak devreye girerek acil olarak beslemesi gereken ekipmanları beslemektedir. Ayrıca PLC ve bilgisayarları besleyen 20 ve 10 kVA'lık kesintisiz güç kaynakları sayesinde tesisin otomasyonunun kesintisiz enerji beslemesi sağlanmaktadır.



Şekil 7.6. İZAYDAŞ Yakma Tesisi Türbin ve Generatörün Şematik Gösterimi

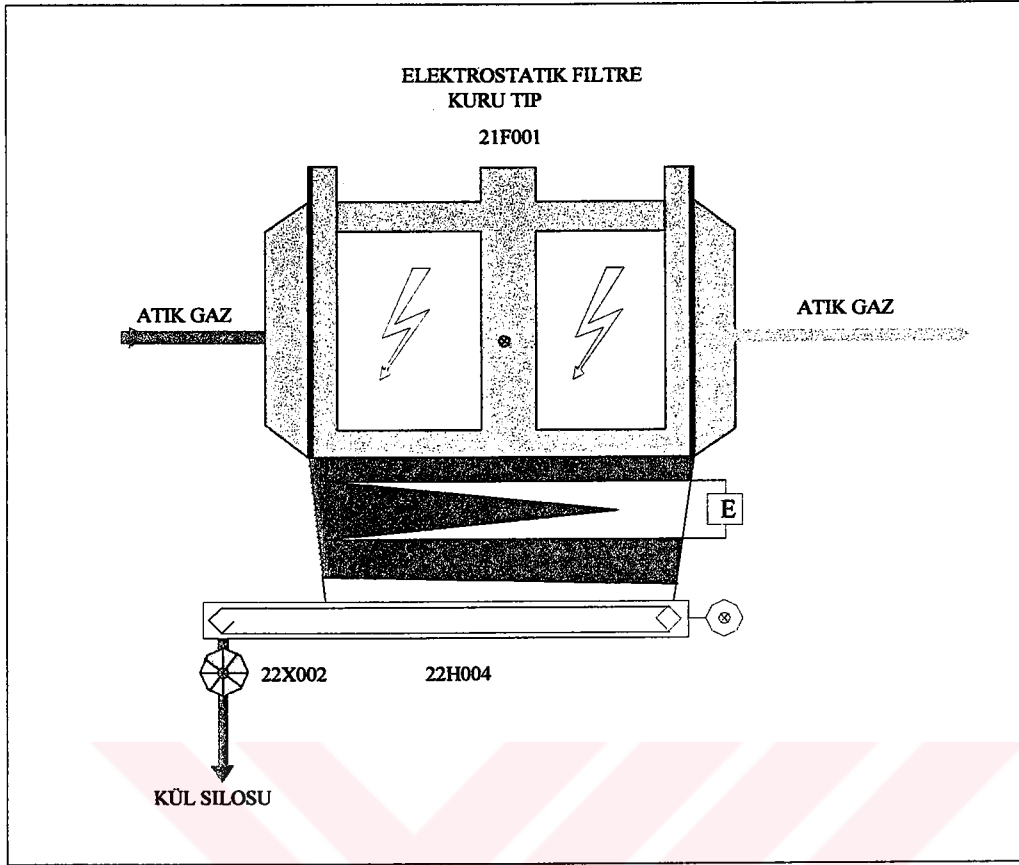
Tablo 7.5. Türbin ve Generatörün Dizayn Parametreleri

Yapımcı Firma	Dizayn Parametreleri			
SIEMENS	Türbin	Hız Kızgın Buhar Sıcaklığı Kızgın Buhar Basıncı Çürük Buhar Sıcaklığı Çürük Buhar Basıncı	10772 350 40 50 0.078	devir/dk k °C bar °C bar
	Generatör	Güç Voltaj Akım Frekans Devir Cos ϕ	6500 6300 596 50 1500 0.8	kVA V A Hz devir/dk k

7.2.7. Elektrostatik Filtre

Elektrostatik Filtre, atık gaz temizleme sisteminin ilk ünitesidir. Elektromanyetik alan sayesinde atık gazın içerisinde bulunan partikül madde giderimini sağlayan ekipmanın giderim verimi % 99,63'dür.

Periyodik olarak devreye giren çekiçleme sistemi ile toz, sistemden uzaklaştırılarak kül silosunda toplanmaktadır. Daha sonra silo boşaltım sistemi ile alınan kül ve tozlar büyük geçirimsiz torbalarla Düzenli Depolama Alanındaki tehlikeli atık lotunda depolanmaktadırlar. Elektrostatik Filtrenin şematik resmi Şekil 7.7.'de, dizayn parametreleri ise Tablo 7.6.'da verilmiştir.



Şekil 7.7. İZAYDAŞ Yakma Tesisi Elektrostatik Filtre Şematik Gösterimi

Tablo 7.6. Elektrostatik Filtre Dizayn Parametreleri

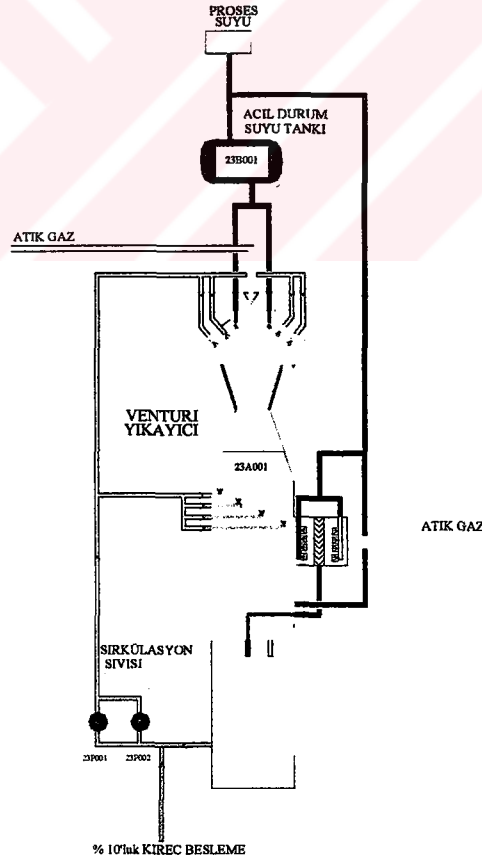
Yapımcı Firma	Dizayn Parametreleri		
STAHLBAU APOLDA GmbH	Max Debi	61200	m ³ /saat
	Atık Gaz Giriş Miktarı	35000-	Nm ³ /saa
	Atık Gaz Sıcaklığı	40000	t
	CO ₂ İçeriği	200	°C
	Çiğ Noktası	8.5	%
	Atık Gaz Toz İçeriği	46	°C
	Verim	13.1	g/m ³
	Elektrik Alan Sayısı	99.6	%
	Elektrostatik Alan yüksekliği	2	adet
	Elektrostatik Alan uzunluğu	5.35	m
		2x5.76	m

7.2.8. Venturi Yıkayıcısı

Venturi Yıkayıcısı, Atık Gaz Temizleme Sisteminin ikinci ünitesidir. Elektrostatik filtreden çıkan baca gazı, ıslak yıkama sisteminin ilk aşaması olan Venturi Yıkayıcısına girer. Yıkayıcıda atık gazın asidik karakterinden dolayı düşen pH'ın 0.5-1.5 civarında tutulabilmesi için ihtiyaç halinde sisteme % 10'luk kireç çözeltisi beslenmektedir. Su sirkülasyonu ile işletilen ekipmanda halojenli bileşikler ve ağır metaller absorbe edilmektedirler.

Baca gazı, yıkama işleminden sonra damlacık tutucudan geçerek ikinci yıkama sistemi olan Kireç Püskürtmeli Yıkayıcı'ya girmektedir.

Venturi Yıkayıcısında sirkülasyonun ani kesilmesi durumunda ekipmanı sıcaklığa karşı koruma amaçlı kurulmuş bir adet 10 m³'lük su tankı ve iki adet püskürtme nozülünden oluşan acil su sistemi bulunmaktadır. Şekil 7.8.'de Venturi'nin şematik gösterimi ve Tablo 7.7.'de dizayn parametreleri verilmiştir.



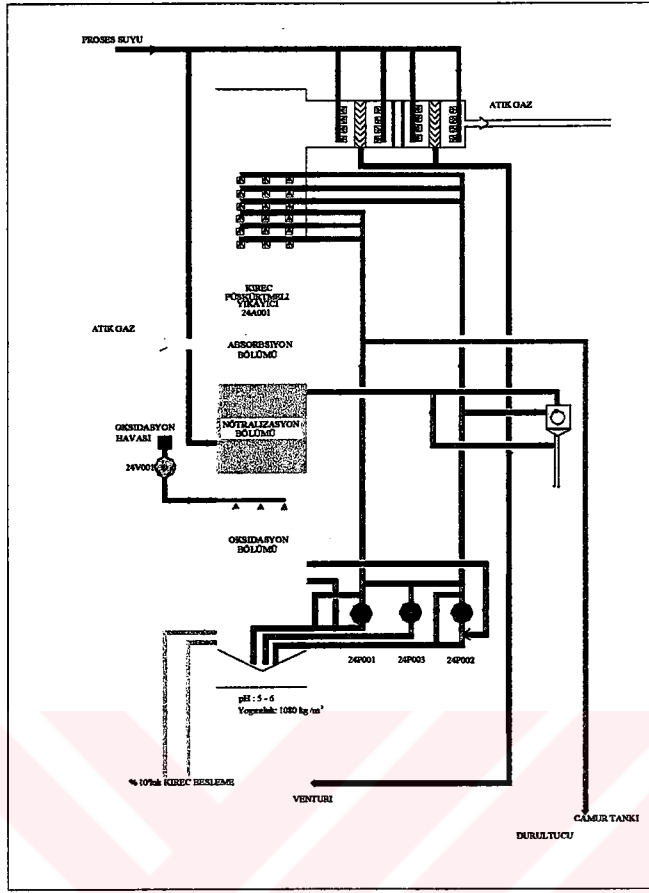
Şekil 7.8. İZAYDAŞ Yakma Tesisi Venturi Yıkayıcısı Şematik Gösterimi

Tablo 7.7. Venturi Yıkayıcısı Dizayn Parametreleri

Yapımcı Firma	Dizayn Parametreleri		
Alt Bölüm: KTD-PLASTICON Üst Bölüm: ICKENROTH Damlacık Tutucu: CDS Engineering BV	Atık Gaz Giriş Miktarı	35000-40000	Nm ³ /saat
	Atık Gaz Sıcaklığı	195	°C
	Max.Atık Gaz Sıcaklığı	250	°C
	Yoğunluk	0.73	kg/m ³
	Üst Nozul Sayısı	8	adet
	Alt Nozul Sayısı	4	adet
	Yıkama Ortamı:		
	pH	0.5-1.5	
	Akış Miktarı	170	m ³ /saat
	Sıcaklık	58	°C
	Yoğunluk	1000-1300	kg/m ³
	%10'luk Kireç Çözeltisi		
	Akış Miktarı	2.3	m ³ /saat
	Konsantrasyon	10	%
	Sıcaklık	50	°C
	Yoğunluk	1070	kg/m ³

7.2.9. Kireç Püskürtmeli Yıkayıcı

Kireç Püskürtmeli Yıkayıcı, Atık Gaz Temizleme Sistemi'nin son ünitesidir. Venturi Yıkayıcısından çıkan atık gaz Kireç Püskürtmeli Yıkayıcıya girmektedir. Ekipmanda, % 10'luk kireç sütü beslemesi yapılarak sirkülasyon sıvısının pH 'ının 5,5-6 civarında tutulması sağlanarak atık gaz içindeki SO₂ giderimi yapılmaktadır. Kireç çözeltisi ile reaksiyona giren SO₂, Ca iyonlarıyla birleşmekte, içeriye hava verilmesi ile de oksidasyon gerçekleştirilerek CaSO₄ oluşumu sağlanmaktadır. Baca gazı, damlacık tutuculardan geçerek yıkayıcıyı terk etmektedir. Yıkama çözeltisi sürekli olarak hidrosiklona gönderilmekte ve kirlilik yükü istenen değerden yüksek olduğunda Fiziksel ve Kimyasal Atıksu Arıtma Ünitesi'ne yönlendirilerek yıkama çözeltisinin yenilenmesi sağlanmaktadır. Kireç Püskürtmeli Yıkayıcının şematik resmi Şekil 7.9.'de, dizayn parametreleri Tablo7.8.'de verilmiştir.



Şekil 7.9. İZAYDAŞ Yakma Tesisi Kireç Püskürtmeli Yıkayıcı Şematik Gösterimi

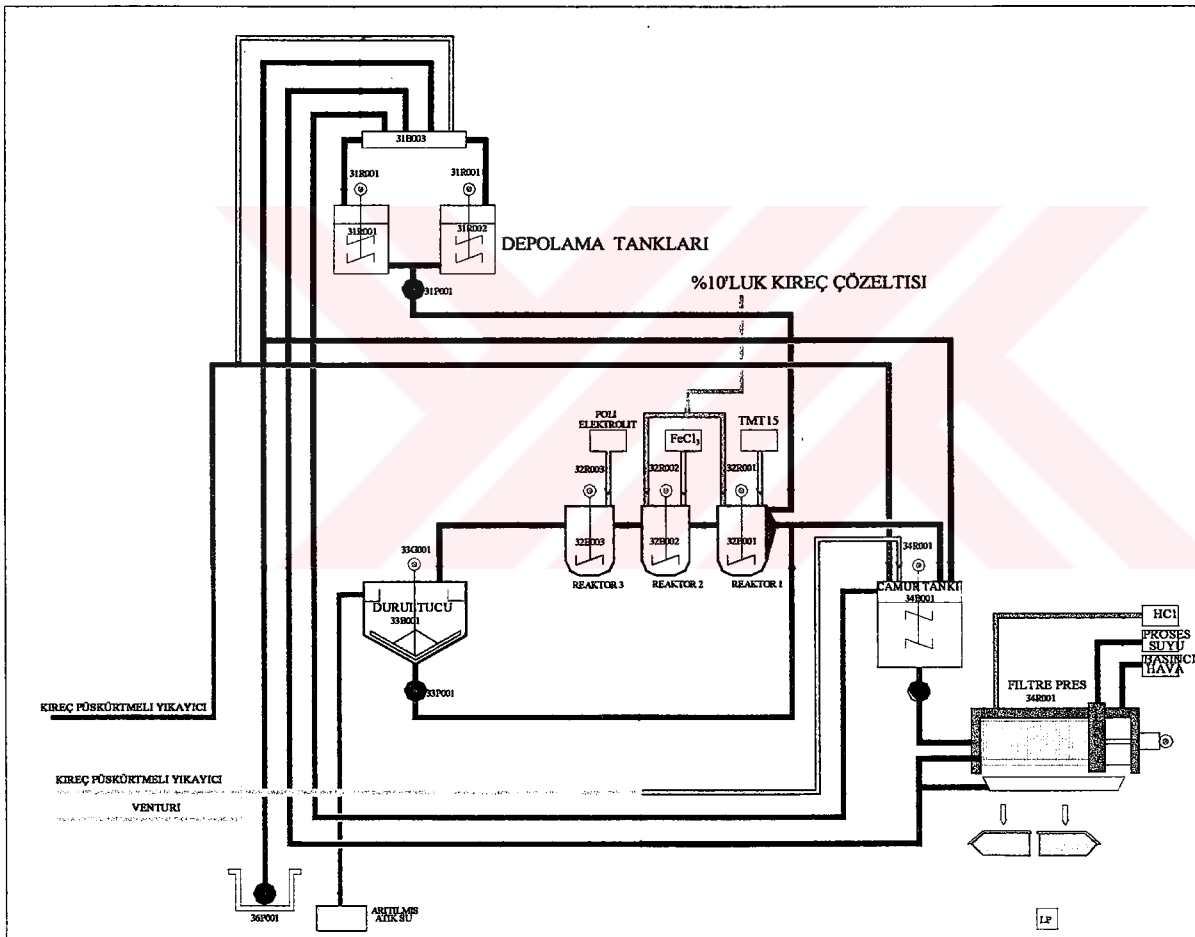
Tablo7.8 Kireç Püskürtmeli Yıkayıcı Dizayn Parametreleri

Yapımcı Firma	Dizayn Parametreleri		
KTD-PLASTİCON Damlacık tutucu CDS Engineering BV	Atık Gaz Giriş Miktarı	45000-50000	Nm ³ /saat
	Atık Gaz Sıcaklığı	50-58	°C
	Yoğunluk	0,99	kg/m ³
	1.Seviye Nozul Sayısı	6	adet
	2.Seviye Nozul Sayısı	6	adet
	3.Seviye Nozul Sayısı	6	adet
	Sirkülasyon Çözeltisi:		
	pH	5.5 - 6	
	Akış Miktarı	560	m ³ /saat
	Yoğunluk	1000-1300	kg/m ³
	Sıcaklık	57	°C
	Kireç Sütü Dozajlama:		
	Akış Miktarı	1.5	m ³ /saat
	Konsantrasyon	10	%
	Yoğunluk	1070	kg/m ³

7.2.10.Fiziksel ve Kimyasal Atıksu Arıtma Ünitesi

Fiziksel ve Kimyasal Atıksu Arıtma Ünitesi, Atık Gaz Temizleme Sistemindeki proseslerden kaynaklanan kirlilik yükü bulunan yıkama çözeltisi ve üniteye ait atık suların kirleticilerden arıtılması için kurulmuştur.

Fiziksel ve Kimyasal Atıksu Arıtma Ünitesi şematik diyagramı Şekil 7.10.'da, dizayn parametreleri Tablo 7.9'da verilmiştir.



Şekil 7.10. İZAYDAŞ Yakma Tesisi Fiziksel / Kimyasal Arıtma Ünitesi Şematik Gösterimi

Tablo 7.9. Fiziksel ve Kimyasal Atıksu Arıtma Ünitesi Dizayn Parametreleri

Yapımcı Firma	Dizayn Parametreleri			
ALFONS ICKENROTH GmbH	Depolama Tankı	Tank Adedi	2	adet
		Tank Kapasitesi	50	m ³
		Karıştırıcı Adedi	1	adet
	Reaktör 1	Tank Adedi	1	adet
		Tank Kapasitesi	7.5	m ³
		Atıksu Giriş Debisi	5.9	m ³ /saat
		Bekleme Süresi	1	saat
ALFONS ICKENROTH GmbH		TMT-15 Dozajlama Miktarı	0.472	m ³ /saat
		Karıştırıcı Adedi	1	adet
	Reaktör 2	Tank Adedi	1	adet
		Tank Kapasitesi	7.5	m ³
		Atıksu Giriş Debisi	8.9	m ³ /saat
		Bekleme Süresi	1	saat
		FeCl ₃ Dozajlama Miktarı	0.59	lt/saat
ALFONS ICKENROTH GmbH		Karıştırıcı Adedi	1	adet
	Reaktör 3	Tank Adedi	1	adet
		Tank Kapasitesi	1	m ³
		Atıksu Giriş Debisi	8.9	m ³ /saat
		Bekleme Süresi	6	dakika
		Polielektrolit Dozajlama Miktarı	23.6	lt/saat
		Karıştırıcı Adedi	1	adet
ALFONS ICKENROTH GmbH	Durultucu (Çöktürme Tankı)	Tank Çapı	6	m
		Tank Yüksekliği (konik)	1.65	m
		Tank Yüksekliği (silindirik)	3.40	m
		Giriş Debisi	8.9	m ³ /saat
		Temizleyici Yüzey Alanı	28.2	m ²
		Artan Çamur Geri Dönüşümü	3	m ³ /saat
	Çamur Tankı	Tank Adedi	1	adet
NETZSCH		Tank Kapasitesi	50	m ³
		Karıştırıcı Adedi	1	adet
		Ortalama Çamur Kalınlaştırma	183	kg/m ³
	Filtre Pres	Filtreleme Sayısı	5	adet/gün
		Çalışma Süresi	16	saat /gün
		Filtreleme Süresi	3.2	saat
		Filtre Keki Katı Malzeme	50-60	%
NETZSCH		Filtreleme Hacmi	2280	lt
		Filtre Plakaları Ebadı	1.2 x1.2	m
		Filtre Keki Kalınlığı	30	mm
		Plaka Adedi	70	adet

Fiziksel ve Kimyasal Atıksu Arıtma Ünitesinde, Venturi Yıkayıcıdan yoğunluk kontrolü ile deşarj edilen yıkama çözeltisi, Filtre Preste filtrasyon sonucu oluşan süzüntü suyu ve Atık Gaz Temizleme Sistemine ait atıksular aşağıda ayrıntılı olarak belirtilen arıtma işlemlerine tabii tutularak atıksu kirlilik yükü alıcı ortam giriş parametrelerine indirgenmektedir.

Sistemde oluşan atıksuyun ve kirli çözeltinin depolanıp homojen hale getirilmesi için 50 m³'lük ve karıştırıcıları iki adet dengeleme tankı bulunmaktadır. Depolanacak olan atık su distribütörden geçerek uygun tankta homojen hale getirilirken diğer tankta birikmiş atık su bir pompa aracılığı ile kimyasal arıtmaya gönderilmektedir.

Kimyasal arıtma bölümünde her biri karıştırıcıları üç adet reaktör bulunmaktadır. Kimyasal arıtmanın amacı, zor çözünen ağır metalleri sudan yumaklaştırma ve çöktürme yöntemi ile uzaklaştırmaktır. Kullanılan kimyasallar;

TMT-15 (% 15 'lik sulu çözelti olarak)
FeCl₃ (% 45 'lik sulu çözelti olarak)
Polielektrolit (% 0.1 'lik çözelti hazırlanarak)
Ca(OH)₂ (% 10 'luk kireç çözeltisi)

Kimyasal arıtma işleminden geçen atık su, cazibeli akışla çöktürme tankına gelmektedir. Temizlenmiş çıkış suyu bir savaktan geçerek DAF ünitesine gönderilmektedir. Çamur çöktürme tankının tabanına çöken çamur sıyırma mekanizması ile optimum yoğunluğa ulaştırılmaktadır.

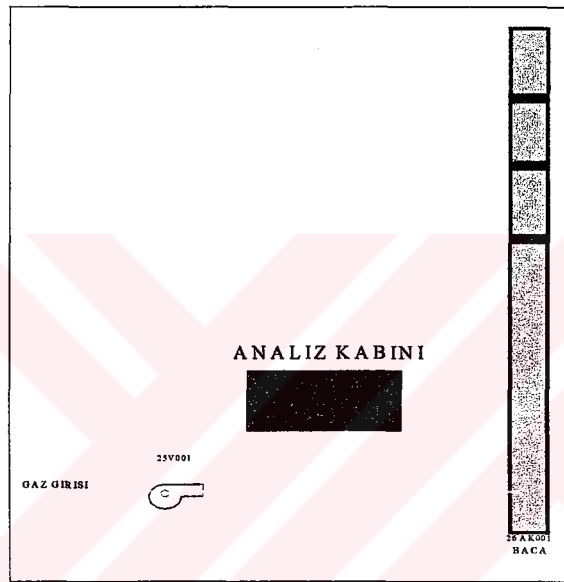
Çamur, çöktürme tankından depolanmak üzere 50 m³ kapasiteli ve karıştırıcıları çamur tankına gönderilmektedir. Bu tankta çamur ve kireç püskürtmeli yıkayıcıdan gelen kirlilik yükü sınır değerin üstünde olan çözelti karıştırılarak homojen hale getirilmektedir.

Sistemde oluşan çamur, yüksek basınçlı pompa ile susuzlaştırılmak üzere filtreprese gönderilmektedir. Filtrasyon sonucu çıkan süzüntü suları dengeleme tanklarına dönerken oluşan kek, içeriği sürekli laboratuvar analizleri ile kontrol altında tutularak Düzenli Atık Depolama Alanlarının ilgili lotunda nihai olarak depolanmaktadır.

7.2.11. Ana Emme Fanı

Atık Gaz Temizleme Sisteminden geçen baca gazı frekans kontrollü Ana Emme Fanına gelmektedir. Ana Emme Fanı baca gazının sistem içerisinden emilerek atmosfere verilmesi ile beraber insineratör sistemini negatif basınç altında tutarak sızdırmazlığı sağlamaktadır.

Ana Emme Fanı şematik gösterimi Şekil 7.11’de dizayn parametreleri ise Tablo 7.10’da verilmiştir.



Şekil 7.11. İZAYDAŞ Yakma Tesisi Ana Emme Fanı Şematik Gösterimi

Tablo 7.10 Ana Emme Fanı Dizayn Parametreleri

Yapımcı	Dizayn Parametreleri		
POLLRICH	Baca Gazı Sıcaklığı	50-58	°C
	Emiş Basıncı	(-10) - (30)	mbar
	Akış Miktarı	35000-50000	Nm ³ /saat
	Hızı	1500	dev/dak

7.2.12. Baca

Atık Gaz Temizleme Sisteminden geçen gazlar, Ana Emme Fanı ile Şekil 7.11’de görülen ve dizayn parametreleri Tablo 7.11’de verilen baca ile atmosfere atılmaktadır. Sistemde bir emiş fanı bulunduğundan, baca kesiti her yükseklikte aynı olduğundan “cebri baca” adını alır.

Tablo 7.11 Baca Dizayn Parametreleri

Yapımcı	Dizayn Parametreleri		
STOCK GmbH	Baca Gazı Sıcaklığı	50-58	°C
	Atık Gaz Akış Miktarı	35000-50000	Nm ³ /saat
	Baca Yüksekliği	65	m
	Baca Çapı	1.5	m

Baca girişindeki hat üzerinde numune almak için bir Analiz Odası bulunmaktadır. Baca gazı bileşimi, Baca Gazı Analiz Odasında bulunan on-line analiz cihazları ile sürekli olarak kontrol edilmektedir.

7.3. Atık Kabul Kriterleri

Tesise kabul edilmeyecek atıklar şunlardır:

- Radyoaktif Atıklar;
- Mezbaha Atıkları;
- Dışkı;
- Cıvalı Atıklar.

Atık Beyan İşlemleri: Atığın tesliminden önce, her tip atık, resmi evraklar vasıtası ile bildirilecektir.

Yakma Başvuru Formu (YBF): Atık üreticisi tarafından doldurulan YBF, 1 kg’lık numune ile yakma tesisi laboratuvarında Beyan Analizleri yapılmak üzere incelemeye alınır. Yapılan analizler sonucu tesise kabul edilecek atıkların, ambalajlama, depolama şekli, taşıma şekli, uygulanacak ön işlemler ve koruma önlemleri belirtilir.

Genel Kabul Şartları: Aşağıdaki şartlara uyulduğu takdirde atığın tesise girişi mümkün olacaktır.

- Atık, tesise gönderilmeden önce, atık üreticisi tesisden “Kabul Onay Formu” almalıdır.
- Atığın sevkiyatından önce, teslimat için bir gün belirlenmelidir. Teslimat günü tesis kabul laboratuvarı tarafından belirlenecektir ve atık üreticisine bildirilecektir.
- Atığın taşınması için atık üreticisi yetkili bir taşıma şirketini görevlendirmelidir. Bu konuda “Tehlikeli Atık Kontrol Yönetmeliği”(TAKY) ndeki kurallara uyulmalıdır.
- Teslimatı yapılan atığın miktarı ve kalitesi, yakma için başvuru ve yakma için kabul onayı formlarında bildirilen miktar ve beyan analizlerinin neticesinde bulunan değerler birbirini tutmalıdır. Aksi takdirde sorumluluk atık üreticisine aittir.

7.3.1. Fiçılarla Kabul Edilecek Atıkların Kabul Kriterleri

Fiçi, teneke kutu ve kraft malzeme ile kabul edilecek atıkların kabul kriterleri şu şekildedir.

- 1) Katı ve çamurumsu atıklar: Gelecek olan atıkların optimum ağırlıkları 60 kg., maksimum izin verilen ağırlık ise (brüt) her fiçi için 100 kg.dır.
- 2) Yanabilir Sıvı Atıklar: Bir fiçi içinde maksimum yanabilir sıvı hacmi 30 lt. olmalıdır.

Her iki atık türü için maksimum doldurma seviyesi toplam hacmin % 90’ı olmalıdır.

1. Ambalajlama ve Taşıma

-Fiçi tipleri aşağıdakiler gibi olmalıdır.

. Tercihen plastik fiçılar kullanılmalıdır;.-

. Maksimum fiçi yüksekliği 1,1 metre olmalıdır;

. Katı ve kıvamlı atıklar çember klapeli kapaklı fiçilerde gönderilmelidir.

. Sıvı atıklar sızdırmaz tapalı fiçilerde gönderilmelidir.

- Fiçılar eksiksiz ve stabil, ticari kalitede ahşap paletler üzerinde tek kat ve yukarı doğru olacak şekilde teslim edilmelidir.
- Yatay ve dikey bantlarla fiçiler sabitleştirilmelidir.
- Her palet üzerine sadece aynı tür atık yerleştirilmelidir. (aynı kabul no.lu)
- Araçlar her iki taraftan da forkliftlerle boşaltılmaya uygun olmalıdır.

2. Etiketleme

- Her fiçı içerdđđ atık ile ilgili ařađđdaki tđm bilgileri içeren bir etiketle etiketlenmelidir.

- . Taşıma belgesi no.su;
- . Teslimat no.su ve tarihi
- . Atık tđrđ
- . Atık üreticisi
- . Sorumlu kişi
- . Madde güvenliğ bilgileri (MSDS)

- Her fiçı “Tehlikeli Atık Kontrol Yönetmeliği”nde belirtilen güvenliğ sembolleri ile etiketlenmelidir.

7.3.2. Sıvı Atıkların Yakma Tesisine Kabul Kriterleri

Belirtilen kabul kriterleri tankerlerle teslim edilecek olan tđm sıvı atık tđrlerini içeri.

Tipik sıvı atıklar: Kullanılmış yağlar, solventler, kirlenmiş sulu atıklardır.

Trafo yağlarındaki PCB tđrđ atıklar ise özel sıvı atıklar olup, ilgili tanklara alınmalı ve bekletme yapılmadan yakmaya verilmelidirler.

- Sıvılar santrifüj pompalarla basılabilir. (genelde çamur içeriğinin hacimce % 25’i aşmaması gerekir. Daha yüksek çamur içeriği olan sıvı atıklar içiçn teslimat dökme haldeki atık kabul kriterlerine göre, çamurumsu atık statüsünde yapılır.

- pH > 4 olmalıdır;
- Maksimum sıcaklık 40°C olmalıdır;
- Yüksek güvenliğ riski taşıyan ve diğer kimyasallarla depolanamayan sıvılar ayrı olarak özel sıvı tanklarına gönderilmelidir.

1. Taşıma ve Teslimat

- Çözelti, çamurumsu sıvılar tankerlerle teslim alınmalıdır.
- Özel sıvı atık tankları maksimum 5 m³ kapasiteli ve boşaltılabilen tanklar olmalıdır.
- Tankerlerle yapılacak olan bağlantı tertibat boyutları teslimattan önce belirtilmelidir.

2. Etiketleme

Tankerler, TAKY’nde belirtilen uluslararası kod sistemine uygun olarak işaretlenmelidir.

Kalorifik değeri düşük az miktardaki sıvı atıklar tankerler dışında fiçılarda veya boşaltmaya uygun özel tip sıvı tanklarında da kabul edilebilir.

7.3.3. Dökme Malzemelerin Tesise Kabul Kriterleri

Tesisin bunker kasetlerine doğrudan boşaltılan atıklar için ana kriterler verilmiştir.

Tipik dökme atıklar, kullanılmış aktif karbon, yağlı talaş tozları veya boya, farmasotik ve kozmetik ürün atıkları ile kontamine bezler, istübüler, kumaş parçaları, petrol atıkları gibi katı ve çamurumsu atık türleridir. Katı, çamurumsu ve sıvı atıklar arasındaki ayırım çamur içeriğine göre yapılır. Çamurumsu atıklar hacimsel olarak % 25-70 arasında çamur içeriğine sahip atıklardır.

- Görünüş:

- . Parçacık büyüklüğü maksimum 0,5 metre;
- . Çubuk ve kabloların uzunluğu maksimum 1 metre;
- . Maksimum 30 lt. hacme sahip sertleşmiş boya kutuları;

- Bunkere kabul edilmeyen atıklar:

- . Kendiliğinden alev alabilen atıklar ve parlama noktası 50°C’ın altında olan atıklar;
- . Enfekte atıklar;
- . Toz halindeki atıklar;
- . Gaz üreten ve keskin kokulu atıklar.

1. Taşıma ve Teslimat

Dökme atıklar, kendiliğinden boşaltma yapabilecek araçlarla gönderilmelidir. Miktar az ise endüstriyel konteynerler kullanılabilir.

2. Etiketleme

3. Araçlar, TAKY’nde belirtilen uluslararası kod sistemine göre etiketlenmelidir.

Yakma tesisine alınacak olan atıkların “Atık Kabul Kriterleri”ni adım adım maddelersek:

1. Tesise atık gönderilmeden önce:

- Müşteri Hizmetlerinden: Atık Uzaklaştırma Formu;
 - Tesis laboratuvarı “Kabul Planlama”biriminden gönderim tarihi alınmalı;
2. Atık transferi, lisanslı taşıyıcılarla “ Ulusal Taşıma Formu” ile yönetmeliklere uygun yapılmalı;
 3. Atık transferi yapan araçların üzerinde atık etiketi ve yönetmeliklerde belirtilen güvenlik işaret ve sembolleri bulunmalı;
 4. Çamur oranı maksimum % 25 olan sıvı atıklar tanker veya vidanjörlerle taşınmalı;
 - Atık miktarı az ise tıkaçlı variller kullanılmalı
 - Suyla reaksiyona girmeyen laboratuvar atıkları, yüksek güvenlik riski taşıyan ve diğer kimyasallarla temasında şiddetli reaksiyon verensiviler boşaltım yapabilen özel sıvı konteynerleri ile taşınmalıdır.
 5. Dökme atıklar (çamur oranı > %75) ve pastöz atıklar (çamur oranı %25-75) damperli kamyon veya forkliftlerle boşaltılabilen konteynerlerle taşınmalı;
 - Rijit atıklarda kütlenin büyüklüğü maksimum 0,5*0,5*0,5 metre olmalıdır.
 6. Fıçılarla uzaklaştırılacak olan atıklar:
 - Katı ve pastöz atıklar içine plastik torba yerleştirilmiş maksimum 100 kg.lık klapeli kraft veya plastik fıçılarla gönderilmelidir.
 - Fıçıların toplam hacminin maksimum % 90’ı kadar doldurulmalıdır.
 7. Bütün sıvı atıklarda pH > 4 olmalıdır.
 8. Tehlikeli endüstriyel atıklar kül oranı < % 90 ise atık tesisine alınacaklardır.
(Lurgi GmbH, 1996. İzmit Hazardous Waste Incineration and Power Plant Training Documents, Germany.)
- Çevre Bakanlığı Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde “Ek 6 Ulusal Tehlikeli Atık Listesi”nde belirtilen genel atık kategorilerine göre “İzaydaş Klinik ve Endüstriyel Atık Yakma Tesisi”ne kabul edilecek atıklar ise Ek 1’de sıralanmıştır. Tesise atık kabul kriterleri çerçevesinde, cıva ve cıva bileşikleri, patlayıcı maddeler, radyoaktif maddeler, mezbaha atıkları, dışkı ve kadavralar kabul edilmemektedir.

8. İNSİNERATÖR PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Standartlara uygunluğun tespiti için bir insineratörün “Deneme Yakması, (TB)” planlanması ve uygulanması gerekir. Esas anlamında tesise verilecek olan işletme izninin şartlarının ortaya konması amacı ile yapılır. İnsineratörün performans standartlarını sağlayıp sağlamadığını test eder.

Deneme yakmasının geliştirilmesi hem izni verecek olan makam hem de izin isteyen kuruluşun ortak çalışması ile yapılmalıdır. Deneme yakmasında izin verecek olan makam, izin koşullarını en doğru şekilde belirleyebilmesi için yeterli dataya, izin isteyen kuruluş ise işletme parametrelerinin maksimum esnekliğe sahip olduğu bir izne ihtiyaç duyar.

Üzerinde durulması gerekli noktalar problemin anlaşılması, beslenecek atığın seçimi, organik zararlı madde (POHC) seçimi, işletme koşullarının tayin edilmesi, uygun numune alma metodlarının seçimi olmalıdır.

8.1. Problemin Anlaşılması

Herhangi bir plan geliştirilmeden önce yapılması gereken ilk şey problemin tanımlanmasıdır. Bir zararlı atık insineratörü için problem, performans standartlarını sağlayacak bir deneme yakması gerçekleştirilmesi sonucunda işletme izninin alınmasıdır. Bu performans standartları:

- Bütün POHC'ler için % 99,99 oranında bozunum ve giderim verimi (DRE);
- % 7 oksijenli ortama göre 0,003 gr / dm³ partikül emisyonu;
- HCl emisyonlarının % 99 giderim verimi.

Deneme yakmasını planlayacak olan kişinin, planın geliştirilmesi esnasında yeterli bilgilere sahip olması gerekmektedir. Isı kapasitesi, akış kapasitesi ve bekletme süresi gibi spesifik insineratör parametreleri bilinmelidir. Bir insineratörün ve parametrelerinin iyi bilinmesi planın geliştirilmesindeki ilk adımdır.

Bir deneme yakması dizayn edilirken tesisin ihtiyaçları gözönünde bulundurulmalıdır. Örneğın tesis büyük miktarlarda atık alıyor ise önemli olan parametre miktar olacaktır. Tesisin gelecekteki operasyonları da düşünülerek potansiyel esneklikler hesaba katılmalıdır.

8.2. Beslenecek Atık Seçimi

Beslenecek atığın seçiminde 3 alternatif sözkonusudur:

- Tesiste mevcut bulunan atığın kullanılması;
- Mevcut atığa, tehlikeli atık bileşenlerinin bilinen oranlarda eklenmesi;
- Yapay olarak atık kompozisyonunun oluşturulması.

Deneme yakması esnasında tesisteki atığın kullanılması bazı avantajlar sağlayacaktır. Herşeyden önce atık hazır haldedir. Bu atık, işletme izni alındığında tesiste yakılacak olan atıktır. Dezavantaj ise, yalnızca atıktaki mevcut olan organik zararlı maddeleri (POHC) yakmakla sınırlı kalınacaktır. Bu nedenle verilecek olan izin, ancak atıkta yakılması en zor olan POHC'nin yanma ısısına eşit ya da daha büyük olan organik maddelerin yakılabileceğİ ile sınırlı kalacaktır. Gelecekte daha düşük kalorifik değere sahip bir POHC yakılması durumunda yeniden deneme yakması yapılma gereğİ doğacaktır.

İkinci alternatif olan tesis atığına bilinen oranlarda tehlikeli madde ilavesi, ilk olasılıkla aynı avantajları sağlar. İlave edilecek maddelerin arttırılması ile birlikte izne tabi olacak madde sayısı da arttırılmış olur. Örneğın aynı grupta yer alan atıklardan biri için alınacak izin grubun diğer atıklarını da kapsayacaktır. Bunun yanı sıra, beslenen POHC'dan kaynaklanabilecek eksik yanma ürünlerinin oluşma olasılığİ unutulmamalıdır. Yanmanın, çok çeşitli atıkların üzerindeki etkisini ve oluşacak ürünleri kesin olarak tespit edebilmek ne yazık ki mümkün olamamaktadır.

Yapay olarak hazırlanan atık kompozisyonunda ise analitik güçlüklerin azalmasının yanında oluşturulan atık zor yanabilen bir atık olabilir. Temel aksaklık, yapay atıkların doğal olanlara oranla aynı fiziksel kompozisyona sahip olmayışdır. Bu yüzden yapay atıkların test esnasında kullanımı işletme koşullarını net olarak yansıtmayacaktır.

8.3. İşletme Koşulları

Deneme Yakmasının amacı istenen emisyon limit değerlerinin tesisin en kötü işletme şartları altında dahi çalıştırılması ile sağlanabileceğinin ortaya konmasıdır.

Deneme yakmasının en fazla esnekliğe sahip olacak şekilde dizayn edilmesi gerekir. Standartlara uygunluk tek bir işletme koşulunda verilirse, insineratör sadece bu koşulda çalıştırılabilecek demektir.

Denem Yakması birbirinden farklı 3 işletme koşulu altında yapılmaktadır. 1. test yüksek sıcaklıklı “Metal Yakması”, 2. test düşük sıcaklıklı “Bozunum ve Giderim Verimi (DRE) Yakması”, 3. test ise normal işletme sıcaklıklarının kullanıldığı “Risk Yakması”dır.

8.3.1. Test 1

Yüksek sıcaklıkların kullanılması sonucunda atık gaza geçecek olan metal emisyonlarının en kötü şartlarda işletilecek olan hava kirliliği kontrol ekipmanlarında (HKKE), ne derece tutulabildiklerinin değerlendirilmesi yapılır.

Test 1’de uygulanan işletme şartları:

- Maksimum fırın sıcaklıkları (döner fırın ve ikinci yanma odası);
- Maksimum metal besleme oranı;
- Maksimum klor besleme oranı;
- HKKE’nin en kötü şartlarda işletilmesi: minimum venturi sirkülasyon debisi, minimum ıslak yıkayıcı pH’sı, minimum ESP akım ve gerilimleri.

Atık gazdaki metal oranı, fırın sıcaklığı ve beslenen atıkdaki klor konsantrasyonunun bir fonksiyonudur. Maksimum metal beslemesi ve uygulanan işletme koşulları HKKE’na maksimum oranda metal yüklemesi getirecektir. Aynı şekilde maksimum besleme ve kullanılan işletme şartları, metallerin atık gazdan giderilmesinde, HKKE’nın en az tercih edilen şartlarda verimlerin test edilmesini sağlar.

8.3.2. Test 2

Test 2 ise deneme yakmasında kullanılması tasarlanan organik zararlı maddelerin bozunum ve giderim verimlerini ortaya koyacak olan düşük fırın sıcaklıklarının ve yüksek besleme miktarlarının uygulanacağı deneme yakması testidir. Test 2 sonrasında tesisin işletilmesine izin verileceği minimum sıcaklık tespit edilecektir. Uygulanacak işletme şartları ise şunlardır:

- Minimum fırın sıcaklıkları;
- Maksimum gaz hızı;
- Maksimum atık besleme oranı;
- Maksimum klor beslemesi;
- HKKE'nın en kötü şartlarda işletimi.

Organiklerin bozunumu, zamanın, sıcaklığın ve türbülansın bir fonksiyonu olmasından dolayı, Test 2'de uygulanacak olan işletme şartlarında, organiklerin bozunumu için istenmeyen şartlar altında döner fırın yakma sisteminin kapasitesi test ediliyor olacaktır.

Maksimum besleme hızında ise besleme sistemleri ve kül toplama mekanizması testden geçmektedir. Maksimum atık besleme oranı ve maksimum gaz hızı ayrıca HKKE'ı maksimum partikül yüklemesine maruz bırakacaktır. Maksimum klor yüklemesi ise insineratör sisteminin HKKE'nın atık gazdan HCl giderim verimini test edecektir.

8.3.3. Test 3

Normal işletme koşullarının uygulanacağı Test 3, risk değerlendirmesi için dataların geliştirilmesini amaçlar. Test 3 esnasında insineratör sistemi normal şartlar altında işletilirken baca gazında partikül madde, HCL, Cl, eksik yanma ürünleri, PCDD ve PCDF'lerin ölçümü yapılır. Tesisin dizayn değerlerinin sağlayıp sağlamadığı test edilir. (EPA,1987. Permitting Hazardous Waste Incinerators, Seminar Publication, EPA/625/4-87/017, 4-12.; EPA, 1997. Hazardous Waste Incinerators (40 CFR Parts 264/265, Subpart O, EPA530-R-97-057 ve EPA, 1998. Hazardous Waste Combustion Unit Permitting Manual, Component 1, How to Review a Trial Burn Plan, Tetra Tech EM Inc., U.S.A)

9. SONUÇ

1997 yılı Kasım ayında, İzmit Zararlı Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisinde 72 saat süre ile yapılan performans testinde, yukarıda bahsettiğimiz Denem Yakması testlerinden “Test 3” uygulanmış olup, tesisin üretici firma tarafından garanti edilen performans değerlerinde çalışması sağlanmıştır. Üretici firmanın taahhüt ettiği değerlerin karşılanmış olması, sonuçların standartlara uygunluğunun sağlanması açısından önem taşımaktadır. Yapılan analizler sonucunda baca gazı emisyon değerleri limitleri aşmamış ve maksimum kapasiteli atık beslemesi sonucunda verimli bir yanma sağlanabilmiştir. Sırasıyla Tablo 9.1., 9.2. ve 9.3.’de Performans Testinde 1., 2. ve 3. günlerde üretilen ısılar ile Tablo 9.4’de üretici firmanın garanti ettiği dizayn ve emisyon değerleri ile sonuçların verileri yer almaktadır.

1. Gün içerisinde gerçekleşen generetör anahtar arızasından dolayı 2 saat süre ile ısı girişlerinde azaltma yapılmış ve bu da üretimi etkilemiştir. Üretilen 82,6 Gj/h değerindeki ısı 22 saatlik üretim değeri olup değerlendirme 24 saat üzerinden yapılmıştır. Tablo 9.4.’de 1. Günde üretilen ısı değerinin 75,7 alınmasının sebebini bu şekilde açıklayabiliriz.

Yurtdışında yaptırılan dioxin-furan analizleri sonucunda ise baca gazı çıkışında istenen “1 ngr.” limit değere karşılık “0,4 ngr” dioxin-furan bulunmuştur.

Tablo 9.1. Performans Testi 1. Gün Sonunda Isı Üretimi

	SAATLİK ORT. AKIŞ, lt/h	YOĞUNLUK kg/lt	SAATLİK BESLEME, lt/h	KALORİK DEĞER, kJ/KG	24 SAATLİK ORT. KAL. DEĞER, kJ/h
GİRDİLER					
Katı atık besleme			2160	14691	31732560
Fıçı besleme			374	15050	5630095
Yanabilir sıvı atık			914	27750	25351290
Özel sıvı atık	75	1,25	94	27500	2578125
Sulu sıvı atık			481	350	168266
4 no. Fuel-oil	15,44	0,855	99	42000	4145450
6 no. Fuel-oil	444,6	0,855	380	42000	15965586
TOPLAM ISI GİRİŞİ					85571372
KAYIPLAR					
Kül/cürufıla kay. Isı			941	3130	2945906
TOPLAM KAYIP					2945906
TOPLAM ISI ÜRETİMİ					82625466

Tablo 9.2. Performans Testi 2. Gün Sonunda Isı Üretimi

	SAATLİK ORT. AKIŞ, lt/h	YOĞUNLUK kg/lt	SAATLİK BESLEME, lt/h	KALORİK DEĞER, kJ/KG	24 SAATLİK ORT. KALDEĞER, kJ/h
GİRDİLER					
Katı atık besleme			1792	12766	22872417
Fıçı besleme			262		5515005
Yanabilir sıvı atık	1091,7	0,96	1048	23670	24806160
Özel sıvı atık	62,5	1,25	78	27500	2148438
Sulu sıvı atık			321	1260	404250
4 no. Fuel-oil	306,3	0,855	262	42000	10997438
6 no. Fuel-oil	508,3	0,855	435	42000	18254250
TOPLAM ISI GİRİŞİ					84997957
KAYIPLAR					
Kül/cürüfla kay. Isı			142	3130	443170
TOPLAM KAYIP					443170
TOPLAM ISI ÜRETİMİ					84554786

Tablo 9.3. Performans Testi 3. Gün Sonunda Isı Üretimi

	SAATLİK ORT. AKIŞ, lt/h	YOĞUNLUK kg/lt	SAATLİK BESLEME, lt/h	KALORİFİK DEĞER, kJ/KG	24 SAATLİK ORT. KAL.DEĞER, kJ/h
GİRDİLER					
Katı atık besleme			2100	12491	26231100
Fıçı besleme			272		5693577
Yanabilir sıvı atık	1538	0,96	1476	33726	49779576
Özel sıvı atık	62,5	1,25	78	27500	2148438
Sulu sıvı atık			38	164	6232
4 no. Fuel-oil	487,5	0,855	417	42000	17506125
6 no. Fuel-oil	37,5	0,855	32	42000	1346625
TOPLAM ISI GİRİŞİ					102711673
KAYIPLAR					
Kül/cürufıa kay. Isı			166	3130	520511
TOPLAM KAYIP					520511
TOPLAM ISI ÜRETİMİ					102191161

Tablo 9.4. Performans Testi Sonuçları Değerlendirme Tablosu

PARAMETRE	GARANTİ EDİLEN DEĞER	1.GÜN	2.GÜN	3.GÜN	72 ST.LİK ORT.
Günlük ort. ısı üretimi (Gj/h)	86	75,7	84,5	102,1	87,23
Baca gazı NO _x konsantrasyonu (mg/m ³)	400	142,84	160,86	160,99	154,9
Baca gazı HCl konsantrasyonu (mg/m ³)	50	1,3	1,98	2,86	2,05
Baca gazı HF konsantrasyonu (mg/m ³)	2	1,16	1,11	1,15	1,14
Baca gazı SO ₂ konsantrasyonu (mg/m ³)	100	39,12	15,45	24,33	26,3
Baca gazı CO konsantrasyonu (mg/m ³)	50	4,22	7,37	11,73	7,77
Baca gazı toz konsantrasyonu (mg/m ³)	30	1,73	2,14	8,16	4,01
Baca gazı org. madde konsantrasyonu (mg/m ³)	50	1,44	1,34	1,19	1,32
Ringelmann katsayısı	<1	0	0	0	0

KAYNAKLAR

- Brunner, C.R.**, 1991. Handbook of Incineration Systems, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Brunner, C.R.**, 1993. Hazardous Waste Incineration, McGraw-Hill, Inc., Singapore.
- Buonicore, A.J. and Davis, W.T.**, 1992. Air Pollution Engineering Manual , Van Nostrand Reinhold, New York
- Cheremisinoff, P.N.**, 1992. Waste Incineration Handbook, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- EPA**, 1987. Permitting Hazardous Waste Incinerators, Seminar Publication, EPA/625/4-87/017, 4-12.
- EPA**, 1997. Hazardous Waste Incinerators (40 CFR Parts 264/265, Subpart O), EPA530-R-97-057.
- EPA**, 1998. Hazardous Waste Combustion Unit Permitting Manual, Component 1, How to Review a Trial Burn Plan, Tetra Tech EM Inc., U.S.A.
- Ertas, T.T.**, 1997. Zararlı Atıkların Ozon ile Oksidasyonu, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Haas, C.N. and Vamos, R.J.**, 1994. Hazardous and Industrial Waste Treatment, Prentice-Hall Engineering, U.S.A.
- Howard, P.H.**, 1991. Handbook of Environmental Degradation Rates, Lewis Publishers, Chelsea
- Jacobs, M.B.**, 1960. The Chemical Analysis of Air Pollutants, Interscience Publishers, Inc., New York.
- Kolaczowski, S.T. and Crittenden B.D.**, 1988. Management of Hazardous and Toxic Waste in the Process Industries, Elsevier Applied Science, London.
- Lurgi GmbH**, 1996. İzmit Hazardous Waste Incineration and Power Plant Training Documents, Germany.
- Major, D.W. and Fitchko J.**, 1992. Hazardous Waste Treatment on Site and in Situ, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Yalav, D.**, 1997. Hazardous Waste Determination Scale, Master Thesis, İ.T.Ü. Fen. Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

EK 1- Tehlikeli Atık Yönetmeliği Ek 6 Ulusal Tehlikeli Atık Listesi –Genel Atık Kategorileri

- Y1 Hastahanelerden, tıp merkezlerinden ve kliniklerden kaynaklanan klinik atıklar;
- Y2 Farmasotik ürünlerin üretiminden veya hazırlanmasından kaynaklanan atıklar;
- Y3 Farmasotik ve ilaç atıkları;
- Y4 Biyosid ve fitoformasotiklerin üretiminden kaynaklanan atıklar;
- Y5 Ahşap koruyucu maddelerin üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar;
- Y6 Organik çözücülerin üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar;
- Y7 Siyanür ihtiva eden ısıt işlemler ile sertleştirme işlemlerinden kaynaklanan atıklar;
- Y8 Başlangıçta hedeflenen kullanıma uygun olmayan atık madeni yağlar;
- Y9 Atık yağ/su, hidrokarbon/su karışımları, emülsiyonlar;
- Y10 Poliklorlubifeniller (PCB) ve/veya Poliklorluterfeniller (PCT) ve/veya Polibromlubifeniller (PBB) içeren veya bu maddelerle kirlenmiş atık maddeler ve malzemeler;
- Y11 Arıtmadan, imbiklemeden ve herhangi bir ısıt işlemden ötürü ortaya çıkan katranlı artık atıkları;
- Y12 Mürekkep, boya, pigment, lake ve cilaların üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar;
- Y13 Lateks, reçine, plastize edici maddeler ile yapışkanlar / yapıştırıcıların üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar;
- Y14 Tanımlanamayan ve/veya yeni ve insan/çevre üzerindeki etkileri bilinmeyen araştırma ve geliştirme veya eğitim faaliyetlerinden kaynaklanan kimyasal madde atıkları;
- Y16 Fotoğrafçılıkta kullanılan kimyasal madde ve malzemelerin üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar;
- Y17 Metal ve plastiklere yüzey işlemleri uygulanmasından kaynaklanan atıklar;
- Y18 Sınai atıkların bertarafı işlemlerinden kaynaklanan atıklar;
- Y19 Metal karbonilleri;
- Y20 Berilyum, berilyum bileşikleri;
- Y21 Krom 6 ve bileşikleri;
- Y22 Bakır bileşikleri;*
- Y23 Çinko bileşikleri;*
- Y24 Arsenik ve bileşikleri;
- Y25 Selenyum ve bileşikleri;
- Y26 Kadmiyum ve bileşikleri;
- Y27 Antimuan ve bileşikleri;
- Y28 Tellür ve bileşikleri;
- Y30 Talyum ve bileşikleri;
- Y31 Kurşun ve bileşikleri;
- Y32 Anorganik flor bileşikleri-kalsiyum florür hariç;
- Y33 anorganik siyanürler;

- Y36 Asbest (toz ve lifleri);
Y37 Organik fosfor bileşikler;
Y38 Organik siyanürler;
Y39 Fenoller, klorofeneoller dahil fenol bileşikler;
Y40 Eterler;
Y41 Halojenli organik bileşikler;
Y42 Halojenli çözücüler dışındaki organik çözücüler;
Y43 Poliklorludibenzofuranın herhangi bir türevi;
Y44 Poliklorludibenzopara dioksinin herhangi bir türevi;
Y45 Bu ekte belirtilen maddelerin haricindeki organohalojen bileşikler (Y39, Y41, Y42, Y43, Y44);
Y46 Evlerden toplanan tehlikeli atıklar;
Y47 Evsel atıkların yakılmasından kaynaklanan atıklar.
- * %65 ve üzerinde metal içeriyorsa atık kapsamına girmez.

Y1- Hastahanelerden, Tıp Merkezlerinden ve Kliniklerden Kaynaklanan Klinik Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

-Enfeksiyonel maddeler

Atığın Mutemel Kaynakları

- A861 Sağlık hizmetleri (hastahaneler, poliklinikler, muayenehaneler, laboratuvarlar), veterinerlik hizmetleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0101 İlaç atıkları
- T-Y0102 Hastahane atıkları
- T-Y0103 Tıbbi laboratuvar atıkları
- T-Y0104 Enfeksiyonel atıklar
- T-Y0105 Tıbbi arıtım atıkları
- T-Y0106 Enfeksiyonel maddeler içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (EK 7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H6.2 Enfeksiyonel maddeler

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek 2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y2- Farmasotik Ürünlerin Üretiminden ve Hazırlanmasından Kaynaklanan Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Halojenli çözücüler dışındaki organik çözücüler
- İnert polimerleşmiş materyaller hariç organohalojen bileşikler
- Aromatik bileşikler, polisiklik ve heterosiklik organik bileşikler
- Organik nitrojen bileşikler, özellikle alifatik aminler
- Organik nitrojen bileşikler, özellikle aromatik aminler
- Sülfürlü organik bileşikler
- Organik asitler
- Eczacılığa veya veterinerliğe ait bileşikler

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A551 Diğer birincil organik kimyasal üretimi
- A669 Nihai kimyasalların diğer üretimi
- A651 Farmasotiklerin, pestisidlerin, biyosidlerin ve yabancı ot öldürücülerin üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0201 Organik ürünlerin sendezinden oluşan sıvı, damıtma artıkları
- T-Y0202 Katı, damıtma artıkları
- T-Y0203 Üretim kalıntıları, işlem atığı ve organik sentezlerden çıkan yan ürünler
- T-Y0204 2,4 Dimetilfenol
- T-Y0205 Dimetilftalat
- T-Y0206 Organo-arsenik bileşikler veya arsenikten, eczacılığa ait farmasotiklerin üretimi esnasında oluşan atıksu arıtım çamurları
- T-Y0207 Organo-arsenik bileşikler veya arsenikten, eczacılığa ait farmasotiklerin üretiminde, anilin esaslı bileşiklerin damıtımından çıkan, damıtma katran artıkları
- T-Y0208 Organo-arsenik bileşikler veya arsenikten, eczacılığa ait farmasotiklerin üretiminde ağartma işleminde kullanılan aktif karbonun kullanılmasından çıkan artıklar
- T-Y0209 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

- R5 Diğer anorganik maddelerin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı
- R8 Katalizörlerin parçalarını geri kazanımı

Y3-Farmasotik ve İlaç Atıkları

Atığın Muhtemel İçeriği

- Enfeksiyonel maddeler

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek3)

- A861 Sağlık hizmetleri (hastahaneler, poliklinikler, muayenehaneler, laboratuvarlar), veterinerlik hizmetleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0101 İlaç atıkları
- T-Y0102 Hastahane atıkları
- T-Y0103 Tıbbi laboratuvar atıkları
- T-Y0104 Enfeksiyonel atıklar
- T-Y0105 Tıbbi arıtım atıkları
- T-Y0106 Enfeksiyonel maddeler içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (EK 7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H6.2 Enfeksiyonel maddeler

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek 2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi

Y4- Biyosid ve fitoformasotiklerin üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Biyosid ve fitoformasotik (familyası/türevleri)

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A101 Toprak İşlenmesi (nadas)
- A651 Farmasotiklerin, pestisidlerin, biyosidlerin ve yabancı ot öldürücülerin üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0401 Pestisid Artıkları
- T-Y0402 Herbisidleri ve gelişme düzenleyicilerini de içeren bitki bakım ürünleri
- T-Y0403 Karbomat pestisidleri
- T-Y0404 Arsenikli pestisidler
- T-Y0405 Organoklorlu pestisidler
- T-Y0406 Triazinli pestisidler
- T-Y0407 Fenoksi pestisidler
- T-Y0408 Fenil üre pestisidleri
- T-Y0409 Benzoyik türevi olan pestisidler
- T-Y0410 Dilyokarbomat pestisidler
- T-Y0411 Fitalamid türevi olan pestisidler
- T-Y0412 Bakır esaslı pestisidler
- T-Y0413 Civa esaslı pestisidler
- T-Y0414 Nitrofenol substitientli pestisidler
- T-Y0415 Bipiridilyum pestisidler
- T-Y0416 Organoklorlu pestisidler
- T-Y0417 Organokalay pestisidler
- T-Y0418 Pestisidler
- T-Y0419 1,2-Butilen oksit
- T-Y0420 Tersiyer-oktil merkaptan
- T-Y0421 Kumarin türevi olan pestisidler
- T-Y0422 Asetaldehid
- T-Y0423 Biyosid ve farmasotik türleri içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H3 Yanıcı sıvılar

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı
- R8 Katalizörlerin parçalarını geri kazanımı

Y5- Ahşap koruyucu kimyasalların üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- +6 değerli krom bileşikleri
- Bakır bileşikleri
- Arsenik, arsenik bileşikleri

- Kreozot (katran ruhu)
- Fenoller, lorofenol içeren fenol bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A781 Bıçkılıhan, ahşap levhaların üretimi
- A782 Ahşap ve mobilya ürünleri imalatı
- A401 Birincil inorganik endüstriyel kimyasalların diğer üretimleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0501 Pentaklorofenol veya kresol içeren ahşap koruyucu madde atıkları
- T-Y0502 Pentaklorofenol ve organik ahşap koruyucu madde içeren çamurlar
- T-Y0503 Anorganik ahşap koruyucu madde içeren çamurlar
- T-Y0504 Katılar
- T-Y0505 Sıvılar
- T-Y0506 Pentaklorofenol ve/veya kreozot kullanılan ahşap koruyucu proseslerden çıkan atıksu arıtımı dip sediment çamuru
- T-Y0507 Yukarıda verilen temel bileşenleri içeren diğer ahşap koruyucu kimyasalların atıkları

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı
- R8 Katalizörlerin parçalarını geri kazanımı

Y6- Organik çözücülerin üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Halojenli organik çözücüler
- Halojenli çözücüler dışında organik çözücüler

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek3)

- A551 Diğer birincil organik kimyasal üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0601 Halojenli çözücüler (klor konsantrasyonu > %2)
- T-Y0602 Yanıcı özelliği yüksek olan klorlu çözücü karışımları
- T-Y0603 Yüksek derecede kirlenmiş çözücülerini içeren, yanıcı özelliği düşük olan klorlu çözücü karışımları
- T-Y0604 Klorofloro karbonlar (freonlar)
- T-Y0605 Düşük halojenli çözücüler(klor konsantrasyonu < %2)
- T-Y0606 Halojenli olmayan veya çok az halojenli çözücüler (klor konsantrasyonu < %1)
- T-Y0607 Yüksek derecede kirlenmiş çözücülerini içeren, korsuz çözücü karışımları
- T-Y0608 Kurşun içermeyen petrol depolama tank artıkları
- T-Y0609 Kurşun içeren petrol depolama tank artıkları
- T-Y0610 Halojenli çözücüler ile kirlenmiş sulu atıklar
- T-Y0611 Halojensiz çözücüler ile kirlenmiş sulu atıklar
- T-Y0612 Çözücü ıslahı işlemlerinden çıkan halojenli katı damıtma artıkları
- T-Y0613 Çözücü ıslahı işlemlerinden çıkan halojensiz katı damıtma artıkları
- T-Y0614 Halojenli organik çözücüler, çözücü karışımları ve halojenli organik bileşikler diğer sıvılar
- T-Y061401 Dikloroetan(1,1-1,2)
- T-Y061402 Klorlubenzen
- T-Y0614021 Orto-di-kloro-benzen
- T-Y0614022 Para-di-kloro-benzen
- T-Y061403 Triklorometan (kloroform)
- T-Y0614031 Di-klorometan
- T-Y061404 Soğutucu, itici ve çözücü floro-kloro hidrokarbonlar
- T-Y061405 Klorometan
- T-Y061406 Tetrakloroetilen (PER)
- T-Y061407 Tetraklorometan (TETRA)
- T-Y061408 Trikloroetan (1.1.1.-1.1.2.)
- T-Y061409 Trikloroetilen (TRI)
- T-Y061410 Metilen klorür
- T-Y061411 Karbon tetra klorür
- T-Y061412 1,1,2-Trikloro-1,2,1 Trikloro floro etan
- T-Y061413 Etilen-di-klorür
- T-Y061414 Trikloro floro metan
- T-Y061415 Kloro-nitro benzen
- T-Y061416 Etil klorür
- T-Y061417 Etilen di bromür
- T-Y061418 Di-kloro-di-floro metan
- T-Y061419 Organik halojenli çözücü ihtiva eden çözücü karışımları
- T-Y061420 Diğer halojenli organik çözücüler
- T-Y061421 Halojenli organik çözücü ihtiva eden çözücü su karışımları
- T-Y0615 Halojenli organik bileşik ihtiva etmeyen organik çözücüler ve diğer organik sıvılar
- T-Y061501 Aldehitler ve alifatik ketonlar
- T-Y0615011 Toksik aldehitler
- T-Y0615012 Formaldehit solüsyonları
- T-Y0615013 Yanıcı olmayan formaldehit solüsyonları
- T-Y0615014 Asetaldehit

- T-Y0615015 Aseton
- T-Y0615016 Kararlı hale getirilmiş akrolin dimer
- T-Y0615017 Akrolin, (inhibe olmuş)
- T-Y0615018 Metil-etil keton
- T-Y0615019 Metil-etilen keton
- T-Y0615020 Metil-isobutil keton
- T-Y0615021 Siklo hekzanon
- T-Y0615022 Dietil keton
- T-Y061502 Alifatik hidrokarbonlar
- T-Y0615021 Siklohekzan
- T-Y0615022 Nafta çözücüler
- T-Y061503 Aromatik hidrokarbonlar
- T-Y0615031 Benzen
- T-Y0615032 Toluen
- T-Y0615033 Ksilen
- T-Y0615034 Dekahidro naftalin
- T-Y061504 Di-etil-eter ve diğer alifatik eterler
- T-Y0615041 Etilen glikol dietileter
- T-Y0615042 Etilen glikol monobutil eter
- T-Y0615043 Etilen glikol monoetil eter asetat
- T-Y0615044 Etilen glikol metil eter asetat
- T-Y0615045 Etilen glikol monoetil eter
- T-Y0615046 Dimetil eter
- T-Y0615047 Glikol eter
- T-Y061505 Di-metil-formamid
- T-Y061506 Dioksin
- T-Y061507 Metanol ve diğer sıvı alkoller
- T-Y0615071 Fenol (katı, sıvı solüsyon)
- T-Y0615072 İsoopropanol
- T-Y0615073 Etanol
- T-Y061508 Metil asetat ve diğer alifatik asetik asit esterleri
- T-Y0615081 Etil asetat
- T-Y0615082 İsoobutil asetat
- T-Y0615083 Butil asetat
- T-Y061509 Karbon disülfür
- T-Y061510 Tetra hidrofuran
- T-Y061511 Furfural
- T-Y061512 Temizleme benzini, petrol eteri ligroin, test benzini
- T-Y061513 Alifatik aminler

- T-Y061520 Diğer halojensiz organik çözücüler
- T-Y061521 Halojenli organik çözücü ihtiva etmeyen çözücü sulu karışımlar
- T-Y061522 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H3 Yanıcı sıvılar
- H4.2 Kendiliğinden yanmaya müsait katılar veya atıklar
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı
- R8 Katalizörlerin parçalarını geri kazanımı

Y7- Siyanür ihtiva eden ısıt işlemler ile sertleştirme işlemlerinden kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Anorganik siyanürler

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A233 Metal işleme (makine ile ilgili olanlar hariç)
- A242 Isıl işlem
- A243 Yüzey işlemi
- A230 Dökümhane ve metal işleme işlemleri
- A270 Seramik, cam, inşaat malzemelerinin yapımı
- A710 Fotoğrafçılığa ait ürünlerin imali
- A711 Işığa duyarlı fotoğraf camı üretimi
- A712 Fotoğraf iyileştirme, arıtım ürünlerinin imali
- A247 Elektrik telleri ve kabloların üretimi (kaplama, galvanizleme, izolasyon)

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0701 Siyanür içeren atıksular, banyolar ve çamurlar
- T-Y0701 Siyanür içeren metal hidroksit çamurlar
- T-Y0703 Siyanür içeren sertleştirme tuzları ve diğer katı sertleştirme atıkları
- T-Y0704 Siyanür içeren sertleştirme tuzları
- T-Y0705 Siyanür içeren sertleştirme çamurları
- T-Y0706 Siyanür (tuzları)
- T-Y0707 Siyanür (kompleksleri)
- T-Y0708 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemlerle arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- D12 Nihai depolama
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R5 Diğer anorganik maddelerin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı

Y8-Hedeflenen Kullanıma Uygun Olmayan Atık Mineral Yağlar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Mineral yağlar

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A160 Petrol Endüstrisi
- A161 Petrol ve doğal gazın ekstraksiyonu (özütleme)
- A162 Petrol rafinasyonu
- A163 Petrol ve doğal gazın rafinasyonundan oluşan petrolün ve ürünlerin depolanması
- A842 Taşıma
- A941 Yağların yeniden üretimi
- A942 Çözücülerin yeniden üretimi
- A170 Elektrik üretimi
- A241 Makinada işleme
- A242 Isıl işlem
- A243 Yüzey işlemi
- A247 Elektrik telleri ve kabloların üretimi (kaplama, galvanizleme, izolasyon)
- A248 Elektronik parçaların üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0801 Nitroz içeren yağlı emülsiyonlar
- T-Y0802 Suyla karışmayan makine yağları
- T-Y0803 Metal delme kesme yağları
- T-Y0804 Klorlu delme, kesme ve makine yağları
- T-Y0805 Soğutma ve sertleştirme yağı v.s.
- T-Y0806 Hidrolik yağlar
- T-Y0807 Klorlu izolasyon yağları (yalıtım)
- T-Y0808 İzolasyon yağları

- T-Y0809 50 ppm'den daha az PCB içeren motor ve dişli yağları
- T-Y0810 yeniden rafinasyon ve yeniden üretim için uygun ve 10 ppm PCB, %0,5 Cl ve %1 H₂O'dan fazlasını içermeyen yağlama yağları
- T-Y0811 Mineral yağ karışımları
- T-Y0812 Diğer yağlama yağları
- T-Y0813 Özellikle organik ürünlerle kirlenmiş emiciler (absorbanlar, adsorbanlar; örneğin filtreler ve filtrasyon ortamı)
- T-Y0814 mineral yağ ürünleri ile kirlenmiş toprak
- T-Y0815 Kirlenmiş paçavralar ve pamuklu atık materyaller
- T-Y0816 Anorganik kaynaklı gres, mum yağları, yağlama yağları ve tabakalar
- T-Y0817 Yüksek oranda yağ ve hidrokarbon içerikli materyaller ve yağ ve su karışımları
- T-Y0818 Yağlı depolama tanklarının temizlenmesinden ve yıkanmasından çıkan yağlı su karışımları, çamurlar
- T-Y0819 yağlı sintine suyu, yağlı balata suyu, tank temizleme suyu ve kalıntıları
- T-Y0820 Transformatörler ve kondansatörler gibi elektrik güç ekipmanlarından çıkan PCM ile kontamine olmuş yağlar
- T-Y0821 diğer atıklar

Tehlike Özellikleri (Ek7)

- H3 Yanıcı sıvılar
- H12 Ekotoksik
- H13 Bertaraf edildikten sonra herhangi bir yoldan tehlikeli özellik gösteren diğer bir maddenin oluşumuna neden olan maddeler

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı
- R9 Kullanılmış yağın yeniden rafinasyonu ve önceden kullanımları

Y9- Atık yağ, Su Hidrokarbon/su Karışımları ve Emülsiyonlar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Mineral veya bitki yağları

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A160 Petrol Endüstrisi
- A161 Petrol ve doğal gazın ekstraksiyonu (özütleme)
- A162 Petrol rafinasyonu
- A163 Petrol ve doğal gazın rafinasyonundan oluşan petrolün ve ürünlerin depolanması
- A842 Taşıma

- A941 Yağların yeniden üretimi
- A942 Çözücülerin yeniden üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0901 Mineral yağlardan çıkan yağlı emülsiyonlar
- T-Y0902 Makine işlemlerinden çıkan yağlı emülsiyonlar
- T-Y0903 Yağlı solüsyonlar
- T-Y0904 Yağ ve petrol gazı ayırıcılarından çıkan artıklar, tank temizleme çamurları ve yağlı çamurlar
- T-Y0905 Makine parçalarının temizlenmesinden çıkan yağlı su
- T-Y0906 Bazlı yağ giderme banyoları
- T-Y0907 su ve hidrokarbon karışımları
- T-Y0908 Bitki veya hayvansal kaynaklı sabunlar, katı yağlar, yağlama yağları veya yağ tabakaları
- T-Y0909 Yenebilir katı veya sıvı yağları içeren atıklar, yağ ayırıcılarından çıkan atıklar
- T-Y0813 Özellikle organik ürünlerle kirlenmiş emiciler (absorbanlar, adsorbanlar; örneğin filtreler ve filtrasyon ortamı)
- T-Y0814 mineral yağ ürünleri ile kirlenmiş toprak
- T-Y0815 Kirlenmiş paçavralar ve pamuklu atık materyaller
- T-Y0913 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H3 Yanıcı sıvılar
- H12 Ekotoksik
- H13 Bertaraf edildikten sonra herhangi bir yoldan tehlikeli özellik gösteren diğer bir maddenin oluşumuna neden olan maddeler

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı
- R9 Kullanılmış yağın yeniden rafinasyonu ve önceden kullanımları

Y10-Poliklorlubifeniller (PCB) ve/veya Poliklorluterfeniller (PCT) ve/veya Polibromlubifeniller (PBB) içeren veya bu maddelerle kirlenmiş atık maddeler ve malzemeler

Atığın Muhtemel İçeriği

- PCB
- PCT
- PBB

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A941 Yağların yeniden üretimi
- A174 Diğer merkezi elektrik tesisleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1001 PCB veya PCT içeren yağlar
- T-Y1002 PCB veya PCT içeren yalıtım yağları
- T-Y1003 PCB veya PCT ile kirlenmiş ekipman ve aletler
- T-Y1004 PCB içeren ekipman
- T-Y1005 PCB ile kirlenmiş toprak
- T-Y1006 PCB içeren çamurlar
- T-Y1007 50 mg/kg veya daha fazla PCB ve/veya PBB veya bunların benzeri diğer herhangi bir polibromlu madde içeren veya bu maddelerle kirlenmiş atıklar, maddeler ve malzemeler
- T-Y1008 PCB içeren epoksi boyalar
- T-Y1009 diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H11 Toksik
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı
- R9 Kullanılmış yağın yeniden rafinasyonu ve önceden kullanımları

Y11 Arıtmadan, imbiklemeden ve herhangi bir ısıl işlemde ötürü ortaya çıkan katranlı artık atıkları

Atığın Muhtemel İçeriği

- Organiklerin Karışımı

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek 3)

- A451 Petrol ve kömür endüstrisi
- A501 Tememl plastik maddelerin üretimi
- A551 Diğer birincil organik kimyasal üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0201 Organik ürünlerin sendezinden oluşan sıvı, damıtma artıkları
- T-Y0202 Katı, damıtma artıkları
- T-Y1103 Pişirme işlemi artıkları, atık içeren katran

- T-Y1104 Gaz tesislerinde çıkan ham katran
- T-Y0203 Üretim kalıntıları, işlem atığı ve organik sentezlerden çıkan yan ürünler
- T-Y1106 Rafineri, distilasyon ve organik maddelerin prolitik arıtımından çıkan katranlı atık kalıntılar (asfalt harçları hariç)
- T-Y1107 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H11 Toksik
- H12 Ekotoksik
- H4.1 Yanıcı katılar
- H4.2 Kendiliğinden yanmaya müsait katılar veya atıklar

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı

Y12-Mürekkep, boya, pigment, lake ve cilaların üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A700 Mürekkep, cila boya yapışkan maddelerin üretimi
- A669 Nihai kimyasalların diğer üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1201 Sulu fazda boya, cila ve yapıştırıcı atıklar (emülsiyonlar)
- T-Y1202 Yıkama boyaları
- T-Y1203 Organik fazda boya, cila ve yapıştırıcı atıkları (çözücüler)
- T-Y1204 Sıvı fazda olmayan boya, cila ve yapıştırıcı atıkları (emülsiyonlar)
- T-Y1205 Toz halde boyalar
- T-Y1206 Sertleştirilmiş boyalar ve atıklar
- T-Y1207 Organik fazda boyama veya baskı mürekkep atıkları (çözücüler)
- T-Y1208 Eski boyalar ve pigmentler
- T-Y1209 Organik fazda olmayan boyama veya baskı mürekkep atıkları (çözücüler hariç)
- T-Y1210 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H3 Yanıcı sıvılar
- H4.1 Yanıcı katılar
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı

Y13- Lateks, reçine, plastize edici maddeler ile yapışkanlar/yapıştırıcıların üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A700 Mürekkep, cila boya yapışkan maddelerin üretimi
- A871 Araştırma Merkezleri (araş. lab. içerir)

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1201 Sulu fazda boya, cila ve yapıştırıcı atıklar (emülsiyonlar)
- T-Y1202 Yıkama boyaları
- T-Y1203 Organik fazda boya, cila ve yapıştırıcı atıkları (çözücüler)
- T-Y1204 Sıvı fazda olmayan boya, cila ve yapıştırıcı atıkları (emülsiyonlar)
- T-Y1305 İçme suyu arıtımında kullanılmayan doymuş iyon değiştirme reçineleri
- T-Y1306 İyon değiştirme reçinelerinden çıkan yeniden üretim çamurları ve özütleme suyu
- T-Y1307 Lateks çamurları emülsiyonlar
- T-Y1308 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H3 Yanıcı sıvılar
- H4.1 Yanıcı katılar
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı

- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı
- R8 Katalizörlerin parçalarını geri kazanımı

Y14-Tanımlanamayan ve/veya yeni ve insan/çevre üzerindeki etkileri bilinmeyen araştırma ve geliştirme veya eğitim faaliyetlerinden kaynaklanan kimyasal madde atıkları

Atığın Muhtemel İçeriği

- Herşey olabilir

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek3)

- A861 Sağlık hizmetleri (hastahaneler, poliklinikler, muayenehaneler, laboratuvarlar), veterinerlik hizmetleri
- A871 Araştırma Merkezleri (araş. lab. içerir)

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1401 Özelliği nedeni ile sınıflandırılmayan atıklar (lab. kimyasalları)
- T-Y1402 Bileşenleri bilinen kimyasal atıklar
- T-Y1403 Bileşenleri bilinmeyen kimyasal atıklar
- T-Y1404 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- Tablo 7'deki özelliklerden biri veya hepsi olabilir.

Yasal Bertaraf Yöntemleri(Ek2)

- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- D10 Yakma

Y16-Fotoğrafçılıkta kullanılan kimyasal madde ve malzemelerin üretiminden, hazırlanmasından ve kullanılmasından kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Gümüş
- Asetik asit
- Baz banyoları

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek3)

- A710 Fotoğrafçılığa ait ürünlerin ,mali
- A711 Işığa duyarlı fotoğraf camı üretimi
- A712 Fotoğraf iyileştirme (arıtım) ürünlerinin imali

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1601 Fotoğrafçılığa ait yıkama banyoları, son banyo ve hassas solüsyonlar
- T-Y1602 Baskı resim üretim işlemlerinden kaynaklanan, yıkama banyoları
- T-Y1603 Gümüş içeren sabitleştirme banyoları

- T-Y1604 Fotoğrafçılığa ait çıktıların karışımları
- T-Y Diğer Atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H11 Toksik
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı

Y17 -Metal ve plastıklere yüzey işlemleri uygulanmasından kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Metal ve plastik yüzey işlemleri uygulanmasından kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek3)

- A710 Demir metalurjisi (izabeciliği)
- A220 Demir dışı metalurji (demirsiz maden izabeciliği)
- A230 Dökümhane ve metal işleme işlemleri
- A241 Makinede işleme
- A243 Yüzey işlemi
- A732 Nihai plastik maddeler
- A750 Barut ve patlayıcı maddeler üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1701 Bazlı anodlama banyoları
- T-Y1702 Hidrokarbon içeren metal işleme çamurları
- T-Y1703 Krom, kobalt, bakır, molipten, nikel ve diğer ağır metalleri veya berilyum içeren çamurlar
- T-Y1704 Hidrokarbon içermeyen metal işleme çamurları
- T-Y1705 Siyanür içermeyen sertleştirme tuzları ve diğer katı sertleştirme atıkları
- T-Y1706 Isıl işlemlerde kullanılan siyanür içermeyen nitratlı sertleştirme tuzları
- T-Y1707 Siyanür içermeyen nitratlı sertleştirme çamurları
- T-Y1708 Nitrat boyaları
- T-Y1709 Yüzey cilalama tuzlarından çıkan atıklar

- T-Y1710 Magnezyum içeren kıymık ve parçacıklar
- T-Y1711 Kesme, parçalama işleminden çıkan metalik olmayan atıklar
- T-Y1712 Kablo geri kazanım işleminden çıkan artıklar (izole kablo)
- T-Y1713 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması
- D3 Derine Enjeksiyon
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R5 Diğer anorganik maddelerin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı

Y18- Sınai atıkların bertarafı işlemlerinden kaynaklanan atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Baz solüsyonları veya katı formdaki bazlar

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek3)

- A910 Kentsel su arıtım tesisleri
- A920 Kentsel atıksu arıtım tesisleri
- A930 Endüstriyel atıksu arıtım tesisleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1801 Suyu giderilmiş metal hidroksit çamurları
- T-Y1802 Siyanür veya krom-6 içermeyen katı metal hidroksit çamurları
- T-Y1803 Suyu giderilmemiş metal hidroksit çamurları
- T-Y1804 Siyanür veya krom-6 içermeyen katı olmayan metal hidroksit çamurları
- T-Y1805 Katı atık yönetmeliğinde belirtilen kanalizasyon arıtım çamurlarındaki ağır metal limitini aşan atıklar
- T-Y1806 Çökeltme, filtrasyon ve santrifüj artıkları
- T-Y1305 İçme suyu arıtımında kullanılmayan doymuş iyon değiştirme reçineleri
- T-Y1306 İyon değiştirme reçinelerinden çıkan yeniden üretim çamurları ve özütleme suyu
- T-Y1809 Sülfürlü katranlar
- T-Y1810 Gaz yıkama kulesi çamurları
- T-Y1811 Karbonu alınmış çamurlar

- T-Y1812 Tozlar, parçacıklar ve uçucu kül
- T-Y1813 Baca gazı arıtımından çıkan demir dışı metalleri içeren filtre keki
- T-Y1814 Atık gaz yıkamasından oluşan demir dışı metalleri içeren çamur
- T-Y1815 Atık yakma fırınlarının elektrostatik filtrelerinden çıkan uçucu kül
- T-Y1816 Yakma fırını duman yıkayıcılarından çıkan çamurlar
- T-Y1817 Siyanür veya azot bileşenleri içeren ocak refraktörleri
- T-Y1818 Alüminyum ve tuz içeren klinkerler
- T-Y1819 Alüminyum veya magnezyum içeren hafif metal cürufu
- T-Y1820 Fırın ve baca gazı yıkama suyu
- T-Y1821 Asitli katranlar
- T-Y1822 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R5 Diğer anorganik maddelerin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R6 Asitlerin veya bazların geri kazanımı
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı
- R8 Katalizörlerin parçalarını geri kazanımı

Y19- Metal Karbonilleri İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Metal karbonilleri

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek 3)

- A870 Araştırma Merkezleri
- A300 Birincil kimyasalların ve kimyasal hammadde stoklarının üretimi
- A760 Tekstil ve kumaş endüstrisi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1901 Metal karbonilleri
- T-Y1902 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması

- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım

Y20 -Berilyum ve Berilyum Bileşikleri İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Berilyum, berilyum bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları

- A220 Demir dışı metalurji (demirsiz maden izabeciliği)
- A270 Seramik, cam, inşaat malzemelerinin yapımı

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y2001 Solüsyonunda berilyum metalleri içeren çamurlar, atıksular ve banyolar
- T-Y1703 Krom, kobalt, bakır, molipten, nikel ve diğer ağır metalleri veya berilyum içeren çamurlar
- T-Y2003 Berilyum içeren katı metal oksit artıkları
- T-Y2004 Berilyum ve berilyum bileşikleri içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H11 Toksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y21- Krom 6 ve Bileşikleri İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- +6 Krom bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları

- A210 Demir metalurjisi (izabeciliği)
- A220 Demir dışı metalurji (demirsiz maden izabeciliği)
- A230 Dökümhane ve metal işleme işlemleri
- A401 Birincil inorganik endüstriyel kimyasalların diğer üretimleri
- A771 Tabakhaneler, tabaklama (deri)
- A702 Boya üretimi
- A701 Mürekkep üretimi
- A780 Ahşap ve mobilya endüstrisi
- A841 Otomobil bakım ve otomobil onarım tesisleri
- A880 İdari hizmetler, bürolar, ofis malzemeleri üretimi (daktilo)
- A222 Alüminyum üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y2101 Krom içeren asitli atık sular, banyolar ve çamurlar
- T-Y2102 Krom 6 içeren asitler
- T-Y2103 Krom içeren asidik olmayan atık sular, banyolar ve çamurlar
- T-Y2104 Krom 6 içeren metal hidroksit çamurları
- T-Y2105 Krom içeren tabaklama çamurları ve diğer ağır metalleri veya berilyum içeren çamurlar
- T-Y2107 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H11 Toksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y22- Bakır Bileşikleri içeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Bakır bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek3)

- A225 Demir dışı diğer metallerin metalurjisi
- A232 Demir dışı metal dökümhaneleri
- A245 Montaj, tel döşeme
- A247 Elektrik telleri ve kablolarının üretimi (kaplama, galvanizleme, izolasyon)
- A248 Elektronik parçaların üretimi
- A401 Birincil inorganik endüstriyel kimyasalların diğer üretimleri
- A224 Değerli metallerin metalurjisi
- A162 Petrol rafinasyonu
- A230 Dökümhane ve metal işleme işlemleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y2201 Bakır içeren asitli toplama banyoları
- T-Y2202 Bakır içeren amonyaklı banyolar
- T-Y1703 Krom, kobalt, bakır, molipden, nikel ve diğer ağır metalleri veya berilyum içeren çamurlar
- T-Y2204 Bakır bileşikleri içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H8 Korozyon maddeleri
- H11 Toksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y23-Çinko Bileşikleri İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Çinko bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A222 Alüminyum Metalurjisi
- A223 Çinko ve kurşun metalurjisi
- A246 Batarya ve kuru pillerin üretimi
- A232 Demir dışı metal dökümhaneleri
- A763 Ağartma, boyama, baskı
- A702 Boya üretimi
- A701 Mürekkep üretimi
- A162 Petrol rafinasyonu
- A224 Değerli metallerin metalurjisi
- A230 Dökümhane ve metal işleme işlemleri
- A150 Kömür endüstrisi
- A275 Cam endüstrisi-fiber üretimi
- A210 Demir çelik endüstrisi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1703 Krom, kobalt, bakır, molipten, nikel ve diğer ağır metalleri veya berilyum içeren çamurlar
- T-Y2302 Kullanılmış bataryalar
- T-Y2303 Civa-çinko oksit bataryaları
- T-Y2304 Bazlı mangan dioksit çinko bataryaları (bazlı mangan bataryaları)
- T-Y2305 Mangan dioksit-çinko bataryaları (karbon-çinko bataryaları)
- T-Y2306 diğer çinko bileşikleri
- T-Y2307 Çinko külleri
- T-Y2308 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H5.1 Oksitleyici
- H8 Korozyon maddeleri
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y24- Arsenik, Arsenik Bileşikleri İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Arsenik, arsenik bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A401 Birincil inorganik endüstriyel kimyasalların diğer üretimleri
- A651 Farmasotiklerin, pestisidlerin, biyosidlerin ve yabancı ot öldürücülerin üretimi
- A224 Değerli metallerin metalurjisi
- A223 Çinko ve kurşun metalurjisi
- A780 Ahşap ve mobilya endüstrisi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y2401 Arsenik içeren atıksular, banyolar ve çamurlar
- T-Y2402 Arsenikli baca tozu
- T-Y2403 Arsenik, arsenik bileşikleri içeren diğer atıklar (arsenik pestisidleri hariç)

Tehlikeli Özellikleri (Ek 7)

- H6.1 Zehirli (akut)

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım

Y25- Selenyum, selenyum bileşikleri içeren atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Selenyum, selenyum bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A275 Cam endüstrisi
- A248 Elektronik parçaların üretimi
- A150 Kömür endüstrisi
- A210 Demir metalurjisi
- A211 Dökme demir üretimi
- A212 Ham çelik üretimi
- A223 Kurşun ve çinko metalurjisi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y2501 Selenyum içeren atıksular, banyolar ve çamurlar
- T-Y2502 Selenyum ve selenyum bileşikleri içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y26- Kadmiyum, Kadmiyum Bileşikleri İçeren Atıklar**Atığın Muhtemel İçeriği**

- Kadmiyum, Kadmiyum Bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A246 Batarya ve kuru pillerin üretimi
- A275 Cam endüstrisi
- A401 Birincil inorganik endüstriyel kimyasalların diğer üretimleri
- A501 temel plastik malzemelerin üretimi
- A243 Yüzey işlemi
- A272 Seramik ürünlerinin imali
- A230 Dökümhane ve metal işleme işlemleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y2601 Kadmiyum içeren, siyanürlü atıksular, banyolar ve çamurlar
- T-Y2602 Kadmiyum içeren siyanürsüz atıksular, banyolar ve çamurlar
- T-Y2302 Kullanılmış bataryalar
- T-Y2604 Nikel, kadmiyum şarj bataryaları
- T-Y2605 Kadmiyum ve kadmiyum bileşikleri içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım

Y27- Antimuan, Antimuan Bileşikleri İçeren Atıklar**Atığın Muhtemel İçeriği**

- Antimuan, antimuan bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A225 Demir dışı diğer metallerin metalurjisi
- A651 Farmasotiklerin, pestisidlerin, biyosidlerin ve yabani ot öldürücülerin üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y2701 Antimuan bileşikleri

- T-Y2702 Antimuan, antimuan bileşikleri içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H8 Korozyif maddeler

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y28 Tellür, Tellür Bileşikleri İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Tellür, Tellür Bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A225 Demir dışı diğer metallerin metalurjisi
- A248 Elektronik parçaların üretimi
- A401 Birincil inorganik endüstriyel kimyasalların diğer üretimleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y2801 Tellür, tellür bileşikleri
- T-Y2802 Tellür, tellür bileşikleri içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H11 Toksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y30- Talyum, Talyum Bileşikleri İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Talyum, talyum bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A225 Demir dışı diğer metallerin metalurjisi
- A248 Elektronik parçaların üretimi
- A401 Birincil inorganik endüstriyel kimyasalların diğer üretimleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y3001 Talyum, talyum bileşikleri

- T-Y3002 Talyum, talyum bileşikleri içeren diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)

Yasal Bertaraf Yöntemleri(Ek2)

- D5 Özel işlemler arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- D10 Yakma
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y31- Kurşun, Kurşun Bileşikleri İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Kurşun, kurşun bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A223 Kurşun ve çinko metalurjisi
- A246 Batarya ve kuru pillerin üretimi
- A232 Demir dışı metal dökümhaneleri
- A275 Cam Endüstrisi
- A272 Seramik ürünlerinin imali
- A401 Birincil inorganik endüstriyel kimyasalların diğer üretimleri
- A651 Farmasotiklerin, pestisidlerin, biyosidlerin ve yabancı ot öldürücülerin üretimi
- A881 Baskı, yayıncılık
- A760 Tekstil ve kumaş endüstrisi
- A763 Ağartma, boyama, baskı
- A701 Mürekkep üretimi
- A702 Boya üretimi
- A248 Elektronik parçaların üretimi
- A230 Dökümhane ve metal işleme işlemler

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0609 Kurşun içeren petrol depolama tank artıkları
- T-Y1703 Krom, kobalt, bakır, molipten, nikel ve diğer ağır metalleri veya berilyum içeren çamurlar
- T-Y3103 Kurşunlu sarj bataryaları
- T-Y3104 Kurşunlu anti-knok (vuruntuyu önler) bileşiğinin çamurları
- T-Y3105 Kurşun, kurşun bileşikleri içeren atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H5.1 Oksitleyici

Yasal Bertaraf Yöntemleri(Ek2)

- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y32-Anorganik Flor Bileşiklerini İçeren Atıklar (Kalsiyum florür hariç)

Atığın Muhtemel İçeriği

- Kalsiyum florür dışındaki anorganik flor bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A260 Metal dışı minerallerin madenciliği ve taş ocağı işletmeciliği
- A272 Seramik ürünlerinin imali
- A275 Cam endüstrisi
- A401 Birincil inorganik endüstriyel kimyasalların diğer üretimleri
- A669 Nihai kimyasalların diğer üretimi
- A351 Gübre üretimi
- A221 Alüminyum üretimi
- A212 Ham çelik üretimi
- A247 Elektrik telleri ve kablolarının üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y3201 İnorganik siyanürsüz tuzların katı atıkları
- T-Y3202 Zararlı maddelerle kirlenmiş cam ve seramik atıkları
- T-Y3203 Anorganik florosilikatlar
- T-Y3204 Sodyum ve potasyum florid
- T-Y3205 Kalsiyum florid çamuru
- T-Y3206 Katot ışın tüpleri ve diğer aktivasyon camlarından çıkan camlar
- T-Y3207 Sıvı ve çamur halde diğer anorganik flor bileşikleri
- T-Y3208 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y33- Anorganik Siyanür İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Anorganik siyanürler

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A152 Koklaştırma işlemleri
- A163 Petrol ve doğal gazın rafinasyonundan oluşan petrolün ve ürünlerinin depolanması
- A230 Dökümhane ve metal işleme işlemleri
- A231 Demirli metal dökümhaneleri
- A232 Demir dışı metal dökümhaneleri
- A233 Metal işlemi (makine ile ilgili olanlar hariç)

- A669 Nihai kimyasalların diğer üretimi
- A701 Mürekkep üretimi
- A702 Boya üretimi
- A750 Barut ve patlayıcı maddeler üretimi
- A601 Yağların kimyasal arıtmalı deterjanlar için esas maddelerim üretimi
- A224 Değerli metallerin metalurjisi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0701 Siyanür içeren atıksular, banyolar ve çamurlar
- T-Y0702 Siyanür içeren metal hidroksit çamurlar
- T-Y0703 Siyanür içeren sertleştirme tuzları ve diğer katı sertleştirme atıkları
- T-Y0704 Siyanür içeren sertleştirme tuzları
- T-Y0705 Siyanür içeren sertleştirme çamurları
- T-Y3306 Anorganik siyanür tuzlarının katı kalıntıları
- T-Y3307 Siyanürlü çamur
- T-Y3308 Siyanür içeren galvanik çamur
- T-Y3309Krom(6) içeren galvanik çamur
- T-Y3310 Siyanürlü konsantreler ve yarı konsantreler
- T-Y3311 Siyanürlü durulama ve yıkama suları
- T-Y3312 Diğer siyanürlü atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y36 Asbest (toz ve lifleri) İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Asbest (toz ve lifleri)

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A260 Metal dışı minerallerin madenciliği ve taş ocağı işletmeciliği
- A273 Asbest-çimento karışımı ürünlerin imali
- A280 İnşaat ve inşaat alanları, yeşil saha

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y3601 Serbest olarak veya gevşekçe bağlanmış (ayrılabilir) asbest
- T-Y3602 Asbest (toz ve lifleri)
- T-Y3603 Fiziksel kimyasal özellikleri asbeste benzeyen seramik esaslı lifler
- T-Y3604 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H11 Toksik

- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D5 Özel işlemler arazi depolaması

Y37- Organik fosfor Bileşikler İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Organik fosfor bileşikler

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A351 Gübre üretimi
- A551 Diğer birincil organik kimyasal üretimi
- A669 Nihai kimyasalların diğer üretimi
- A763 Ağartma, boyama, baskı
- A820 Çamaşırhaneler, temizleyiciler, boyahaneler

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y3701 Organik fosforlu pestisidler
- T-Y3702 Diğer organik fosforlu atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H3 Yanıcı sıvılar
- H6.1 Zehirli (akut)
- H6.2 Enfeksiyonel maddeler
- H8 Korozyon maddeler

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y38- Organik Siyanürler İçeren Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Organik siyanürler

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A451 Petrol ve kömür endüstrisi
- A551 Diğer birincil organik kimyasal üretimi
- A669 Nihai kimyasalların diğer üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y3801 Akrilonitril
- T-Y3802 Nitriller
- T-Y3803 Diğer organik siyanürlü atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H3 Yanıcı sıvılar
- H6.1 Zehirli (akut)

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım

Y39 Fenoller, Klorofeneoller Dahil Fenol Bileşikleri İçeren Atıklar**Atığın Muhtemel İçeriği**

- Fenoller, klorofeneoller dahil fenol bileşikleri

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A501 Temel plastik malzemelerin üretimi (petrokimya)
- A301 Klor endüstrisi
- A669 Nihai kimyasalların diğer üretimi
- A162 Petrol rafinasyonu
- A651 Farmasotiklerin, pestisidlerin, biyosidlerin ve yabancı ot öldürücülerin üretimi
- A780 Ahşap ve mobilya endüstrisi
- A152 Koklaştırma işlemleri
- A770 Deri ve kürk endüstrisi
- A760 Tekstil ve kumaş endüstrisi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0501 Pentaklorofenol veya kresol içeren ahşap koruyucu madde atıkları
- T-Y0502 Pentaklorofenol ve organik ahşap koruyucu madde içeren çamurlar
- T-Y061404 Soğutucu, itici ve çözücü floro-kloro hidrokarbonlar
- T-Y3904 Fenollü çamurlar
- T-Y3905 Sulu fenoller
- T-Y3906 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım

Y40- Eterleri İçeren Atıklar**Atığın Muhtemel İçeriği**

- Eterler
- Peroksitler

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A551 Diğer birincil organik kimyasal üretimi
- A669 Nihai kimyasalların diğer üretimi
- A861 Sağlık hizmetleri (hastahaneler, poliklinikler, muayenehaneler, laboratuvarlar), veterinerlik hizmetleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y4001 Etilglikol
- T-Y4002 Halojenli peroksitler dışındaki peroksitler
- T-Y4003 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H3 Yanıcı sıvılar
- H5.1 Oksitleyici

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemlerle arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı yeniden işlenmesi

Y41- Halojenli Organik Bileşikler İçeren Atıklar**Atığın Muhtemel İçeriği**

- Halojenli organik bileşikler

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek3)

- A551 Diğer birincil organik kimyasal üretimi
- A651 Farmasotiklerin, pestisidlerin, biyosidlerin ve yabancı ot öldürücülerin üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0601 Halojenli çözücüler (klor konsantrasyonu> %2)
- T-Y0602 Yanıcı özelliği yüksek olan klorlu çözücü karışımları
- T-Y0603 Yüksek derecede kirlenmiş çözücüler içeren, yanıcı özelliği düşük olan klorlu çözücü karışımları
- T-Y0604 Klorofloro karbonlar (freonlar)
- T-Y0610 Halojenli çözücüler ile kirlenmiş sulu atıklar
- T-Y0612 Çözücü ıslahı işlemlerinden çıkan halojenli katı damıtma artıkları
- T-Y0613 Çözücü ıslahı işlemlerinden çıkan halojensiz katı damıtma artıkları
- T-Y0813 Özellikle organik ürünlerle kirlenmiş emiciler (absorbanlar, adsorbanlar; örneğin filtreler ve filtrasyon ortamı)
- T-Y0815 Kirlenmiş paçavralar ve pamuklu atık materyaller
- T-Y4109 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H3 Yanıcı sıvılar
- H4.2 Kendiliğinden yanmaya müsait katılar veya atıklar
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı

Y42- Halojenli Çözücüler Dışındaki Organik Çözücüler İçeren Atıklar**Atığın Muhtemel İçeriği**

- Halojenli Çözücüler Dışındaki Organik Çözücüler

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A551 Diğer birincil organik kimyasal üretimi
- A651 Farmasotiklerin, pestisidlerin, biyosidlerin ve yabancı ot öldürücülerin üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y0606 Halojenli olmayan veya çok az halojenli çözücüler (klor konsantrasyonu < %1)
- T-Y0607 Yüksek derecede kirlenmiş çözücüler içeren, korsuz çözücü karışımları
- T-Y0608 Kurşun içermeyen petrol depolama tank artıkları
- T-Y0609 Kurşun içeren petrol depolama tank artıkları
- T-Y0611 Halojensiz çözücüler ile kirlenmiş sulu atıklar
- T-Y0613 Çözücü ıslahı işlemlerinden çıkan halojensiz katı damıtma artıkları
- T-Y0813 Özellikle organik ürünlerle kirlenmiş emiciler (absorbanlar, adsorbanlar, örneğin filtreler ve filtrasyon ortamı)
- T-Y0815 Kirlenmiş paçavralar ve pamuklu atık materyaller
- T-Y4209 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri (Ek7)

- H3 Yanıcı sıvılar
- H4.2 Kendiliğinden yanmaya müsait katılar veya atıklar
- H12 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- R2 Solvent ıslahı/geri kazanımı

Y43 Poliklorludibenzofuranın Herhangi Bir Türevini İçeren Atıklar**Atığın Muhtemel İçeriği**

- Poliklorludibenzofuranın herhangi bir türevini ile kirlenmiş maddeler

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y4301 Poliklorludibenzofuranın herhangi bir türevi
- T-Y4302 Poliklorludibenzofuranlı diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H11 Toksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması

Y44 Poliklorludibenzoparadioksinin Herhangi Bir Türevini İçeren Atıklar**Atığın Muhtemel İçeriği**

- Poliklorludibenzoparadioksinin herhangi bir türevini ile kirlenmiş maddeler

Atığın Muhtemel Kaynakları(Ek3)

- A941 Yağların yeniden üretimi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y4401 Poliklorludibenzoparadioksinin herhangi bir türevini
- T-Y4402 Paradioksinli diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H11 Toksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemler arazi depolaması

Y45- Bu Ekte Belirtilen Maddelerin Haricindeki Organohalojen bileşiklerini İçeren Atıklar**Atığın Muhtemel İçeriği**

- Yabancı polimerli maddelerin dışındaki organohalojen bileşikler

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A301 Klor endüstrisi
- A501 Temel plastik malzemelerin üretimi
- A551 Diğer birincil organik kimyasal üretimi
- A651 Farmasotiklerin, pestisidlerin, biyosidlerin, yabancı öldürücülerin üretimi
- A669 Nihai kimyasalların diğer üretimi
- A763 Ağartma, boyama, baskı

- A702 Boya üretimi
- A710 Fotoğrafçılığa ait ürünlerin imali
- A711 Işığa duyarlı fotoğraf camı üretimi
- A712 Fotoğraf iyileştirme (arıtım) ürünlerinin imali
- A870 Araştırma merkezleri

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1702 Hidrokarbon içeren metal işleme çamurları
- T-Y0201 Organik ürünlerin sendezinden oluşan sıvı, damıtma artıkları
- T-Y0202 Katı, damıtma artıkları
- T-Y1103 Pişirme işlemi artıkları, atık içeren katran
- T-Y0203 Üretim kalıntıları, işlem atığı ve organik sentezlerden çıkan yan ürünler
- T-Y1306 İyon değiştirme reçinelerinden çıkan yeniden üretim çamurları ve özütlemeye suyu
- T-Y4507 Sadece anorganik ürünlerle kirlenmiş emiciler, filtreler ve filtreleme ortamı
- T-Y4508 Kirlenmiş maddeler ve malzemeler
- T-Y4509 Diğer maddelerle kirlenmiş toprak
- T-Y0815 Kirlenmiş paçavralar ve pamuklu atık materyaller
- T-Y1401 Özelliği nedeni ile sınıflandırılmayan atıklar (lab. kimyasalları)
- T-Y1402 Bileşenleri bilinen kimyasal atıklar
- T-Y1403 Bileşenleri bilinmeyen kimyasal atıklar
- T-Y4514 Çöplük süprüntülerinin temizlenmesinden veya su ile yıkanmasından çıkan çamurlar
- T-Y4515 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H6.1 Zehirli (akut)
- H1 Ekotoksik

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D10 Yakma
- D5 Özel işlemlerle arazi depolaması
- D9 Fiziksel- kimyasal arıtım
- R3 Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y46- Evlerden Toplanan Tehlikeli Atıklar

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A890 Evsel üretim

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y4601 Kullanılmış piller ve diğer elektrikli eşyalar
- T-Y4602 Yağ kalıntıları ile kirlenmiş kaplar
- T-Y4603 Boyalar
- T-Y4604 Kostik maddeler
- T-Y4605 Sterilizasyon maddeleri

- T-Y4606 Parlatıcılar
- T-Y4607 İlaç atıkları
- T-Y4609 Madeni kutular
- T-Y4611 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H11 Toksik
- H12 Ekotoksik
- H6.2 Enfeksiyonel maddeler

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D1 Depolama
- D2 Arazi işleme
- D10 Yakma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D8 Biyolojik arıtım
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım
- R1 Yakıt olarak kullanma veya enerji üretimi için diğer şekillerde yararlanma
- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi

Y47- Evsel Atıkların Yakılmasından Kaynaklanan Atıklar

Atığın Muhtemel İçeriği

- Evsel atıkların yakılmasından oluşan atıklar

Atığın Muhtemel Kaynakları (Ek3)

- A920 Kentsel atık arıtma tesisleri
- A931 yakma
- A935 Atıkların toplanması ve/veya yeniden işlenmesi

Kontrol Edilecek Atıklar

- T-Y1812 Tozlar, parçacıklar ve uçucu kül
- T-Y1815 Atık yakma fırınlarının elektrostatik filtrelerinden çıkan uçucu kül
- T-Y1816 Yakma fırını duman yıkayıcılarından çıkan çamurlar
- T-Y4704 Cam-elyaf atıkları, klinker, ateşe dayanır atıklar
- T-Y1818 Alüminyum ve tuz içeren klinkerler
- T-Y4706 Diğer atıklar

Tehlikeli Özellikleri(Ek7)

- H12 Ekotoksik
- H13 Bertaraf edildikten sonra herhangi bir yoldan tehlikeli özellik gösteren diğer bir maddenin oluşumuna neden olan maddeler

Yasal Bertaraf Yöntemleri (Ek2)

- D1 Depolama
- D4 Yüzey doldurma
- D5 Özel işlemli arazi depolaması
- D9 Fiziksel-kimyasal arıtım

- R4 Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/yeniden işlenmesi
- R7 Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların geri kazanımı



ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında İstanbul’da doğmuştur. İlk, orta ve lise eğitimini F.M.V. Özel Işık Lisesi’nde tamamlamıştır. 1996 yılında İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümünden mezun olmuş yine aynı yıl ülkemizde kurulmuş olan ilk atık yakma tesisi olan “İzmit Zararlı Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi”nde çalışma hayatına başlamıştır. Tesisin inşaatını ve devreye alma çalışmalarını yapan Alman “Lurgi” şirketi tarafından işletme eğitimi ve sertifikası almıştır. Halen aynı tesiste Kontrol Odası Şefi olarak görevine devam etmektedir.

